UNIVERSIDADE DE LISBOA
Faculdade de Ciências
Departamento de Informática

HUMANOS VIRTUAIS EM AMBIENTES DE TREINO DE COMPETÊNCIAS SOCIAIS NA ÁREA DA SAÚDE

Vítor Manuel Gonçalves Pinto

TRABALHO DE PROJETO

MESTRADO EM ENGENHARIA INFORMÁTICA
Especialização em Sistemas de Informação

Trabalho orientado pelo Prof.ª Doutora Ana Paula Boler Cláudio
e coorientado pela Prof.ª Doutora Maria Beatriz Duarte Pereira do Carmo

2015

Agradecimentos

Um agradecimento muito grande à minha família por me ter acompanhado, apoiado e de me ter conseguido fornecer as condições necessárias para a realização de todo este percurso académico, pois sem este apoio não teria sido possível.

Um agradecimento às minhas coordenadoras, a Profª. Doutora Ana Paula e a Profª. Doutora Beatriz Carmo, por me terem acompanhado e apoiado no desenvolvimento deste projeto. Tiveram um papel fundamental.

Também agradeço ao Prof.º Afonso Cavaco e a Prof.ª Mara Guerreiro pelo seu contributo e disponibilidade e ao Prof.º Miguel Sales Dias pela sua gentiliza em ter disponibilizado o pacote de vozes para o desenvolvimento deste projeto.

Agradeço aos meus colegas que fizeram parte deste meu percurso académico. Por fim um agradecimento aos peritos e alunos que se disponibilizaram para realizar os testes à aplicação.

Um muito obrigado!

Resumo

As competências sociais, em particular as que dizem respeito à comunicação humana, são significativamente importantes para a maioria das atividades profissionais, mas são especialmente relevantes em profissões relacionadas com as ciências da saúde, como a Enfermagem, a Medicina e as Ciências Farmacêuticas. Nestas áreas, a precisão e eficiência com que ocorrem os fluxos de informação são determinantes para a intervenção em saúde, evitando, por exemplo, o erro e as suas consequências na pessoa doente.

Assim, os profissionais que trabalham nestas áreas têm que ser treinados para interpretar os sinais de comunicação que os seus interlocutores expressam verbalmente e através da linguagem corporal, de forma a darem uma resposta correta e adequada quer do ponto de vista técnico, quer do ponto de vista humanístico. A comunicação entre profissionais e doentes tem um claro impacto no tratamento e cura, mesmo nas situações mais simples como, por exemplo, na automedicação.

O trabalho descrito nesta tese consistiu na conceção e implementação de uma ferramenta para usar em contextos de ensino em Ciências Farmacêuticas. Em particular, recriam-se situações de automedicação em farmácia comunitária, isto é, situações em que um doente se dirige a uma farmácia para solicitar um medicamento sem receita médica. A solução implementada engloba:

I. Uma aplicação interativa com humanos virtuais falantes que desempenham o papel de doentes. A aplicação suporta dois modos de funcionamento, um de treino e outro de avaliação.

II. Uma aplicação de *backoffice* que apoia o trabalho do professor e que lhe permite facilmente incorporar conteúdos e definir novas situações de automedicação.

Para o desenvolvimento deste projeto, foi-nos gentilmente disponibilizado o pacote de voz masculina em português pela Microsoft.

Este projeto foi acompanhado por especialistas na área de Comunicação na Saúde.

Palavras-chave: Humanos Virtuais, Interação com Humanos Virtuais, Pacientes Virtuais, Competências de Comunicação em Saúde, Realidade Virtual.

Abstract

Social skills, mainly the ones related with human communication, are very important for most professional activities; however, they are truly indispensable for jobs concerning health sciences, such as Nursing, Medicine and Pharmaceutical Sciences. In these areas, precision and efficiency of information flows are key for the professionals' interventions, thus avoiding mistakes and their consequences for the patients.

Therefore, the professionals of these fields must be trained on interpreting communication signals the patients might express both verbally and through body language, in order to answer properly from a technical and humanistic points of view. The communication between professionals and patients has a clear impact on treatment, even in the simplest situation, as for example, self-medication

The work present in this thesis consists on the conception and implementation of a tool to be used on Pharmaceutical Sciences training. It recreates self-medication scenarios in a pharmacy, i.e., a patient that goes to a pharmacy in order to buy a drug for which he does not have a prescription.

The implemented solution encompasses:

I. An interactive application with talkative virtual humans that play the role of the patients. This application supports two modes, one for training and other for evaluation purposes.

II. A backoffice application that offers support for the teacher's work and allows him to easily introduce contents and define new scenarios.

For the development of this project, Microsoft gently provided us with the male voice package in Portuguese.

This project was followed by experts in the field of Health Communication.

Keywords: Virtual Humans, Interaction with Virtual Humans, Virtual Patients, Communication Skills in Health Sciences, Virtual Reality.

Conteúdo

Capítulo 1 Introdução 1

1.1 Motivação 1

1.2 Objetivos 2

1.3 Contribuições 2

1.4 Estrutura do documento 3

Capítulo 2 Conceitos e trabalho relacionado 5

2.1 Realidade Virtual 5

2.1.1 Imersão e Sensação de presença 5

2.1.2 Vantagens e Inconvenientes 6

2.2 Pacientes Virtuais na Comunicação em Saúde 7

2.2.1 Estudos sobre o uso de pacientes virtuais 7

2.2.2 Princípios de desenho de pacientes virtuais 10

2.2.3 Aplicações com pacientes virtuais 11

2.3 Humanos Virtuais falantes 13

2.3.1 Fonema e Visema 13

2.3.2 Métodos de animação de fala 15

2.3.1 Exemplos de aplicações desenvolvidas 16

2.4 Conclusão 16

Capítulo 3 Análise do produto 17

3.1 Descrição breve da Virtual Pharmacy 17

3.2 Stakeholders 18

3.2.1 *Stakeholders* não utilizadores 18

3.2.2 *Stakeholders* utilizadores 18

3.3 Especificação de Requisitos de *Software* 19

3.4 Paciente virtual e casos farmacêuticos 19

3.4.1 Requisitos funcionais 19

3.4.2 Requisitos não funcionais 20

3.4.3 Requisitos detalhados 20
3.5 Arquitetura da Virtual Pharmacy 21
3.6 Planeamento do trabalho 23
3.6.1 Modelo de desenvolvimento 23
3.6.2 Recursos envolvidos no desenvolvimento 23
3.6.3 Planeamento e calendarização 24
3.7 Conclusão do capítulo 25
Capítulo 4 Implementação 27
4.1 Humanos Virtuais 27
4.1.1 Criação dos Humanos Virtuais 28
4.1.2 Animação e expressões nos Humanos Virtuais 29
4.1.3 Texturas 36
4.1.4 Simulação das características da pele nos humanos virtuais 37
4.1.5 Do Blender para o Unity3D 39
4.2 Virtual Pharmacy 42
4.2.1 Virtual Pharmacy Simulator - VP_SIM 43
4.2.2 Virtual Pharmacy *Backoffice* - VP_Office 53
Inserção de novos elementos de estudo na versão de treino 56
Consultar a atividade dos alunos 57
4.3 Fala e respetiva animação nos Humanos Virtuais 58
4.3.1 As *Blend Shapes* como visemas 59
4.3.2 Implementação da fala nos HV e *Speech Generator* 59
4.4 Estrutura da base de dados 65
4.5 Funcionamento geral da aplicação Virtual Pharmacy 66
4.6 Conclusão 68
Capítulo 5 Avaliação da aplicação 69
5.1 Estrutura dos questionários 69
5.2 Teste com peritos em Comunicação em Saúde 70
5.3 Entrevistas e testes com alunos do 4º ano de Ciências Farmacêuticas 73

5.3.2 Testes com estagiários em farmácia comunitária 78
5.4 Discussão 82
5.5 Conclusão 84
Capítulo 6 Conclusões e trabalho futuro 85
6.1 Balanço final 85
6.2 Trabalho futuro 87
Apêndice A Questionário 89
Apêndice B Elementos Adicionais 96
Apêndice C Manual de utilização da Virtual Pharmarcy 100
C.1 Instalação da VP_SIM 100
C.2 Base de dados 103
C.3 Instalação da VP_Office 105
C.4 Adição de novos conteúdos na base de dados 106
Apêndice D Manual de técnico 110
D.1 Criação de novas personagens 110
D.2 Personagem falante com a respetiva animação 122
D.3 Criação do áudio das falas do novo personagem 125
D.4 Adição de novas animações corporais 127
Bibliografia 131

Lista de Figuras

Figura 1 Arquitetura da Virtual Pharmacy..... 21

Figura 2 Duplicação da mesh original. 31

Figura 3 Resultado da manipulação dos vértices da mesh..... 32

Figura 4 Mesh original com as várias deformações, que podem ser controladas individualmente através de um slider (controlador da deformação) selecionando para isso a deformação pretendida. 33

Figura 5 Pipeline de criação de personagens e de importação (Parte I). 34

Figura 6 DazStudio, sliders para definir as deformações no lado direito. 35

Figura 7 Ficheiros individuais com as expressões pretendidas exportadas do DazStudio, apenas para um personagem. 35

Figura 8 Resultado da junção de todas as deformações no Blender. 36

Figura 9 Da esquerda para a direita: diffuse map, normal map e specular map. 36

Figura 10 Figura mais à esquerda: composição do shader, da camada inferiores à pele. Figura mais à direita: efeito translúcido provocado pela camada mais inferior. 38

Figura 11 Da esquerda para a direita a imagens contém: difuse map, diffuse map + normal map, diffuse map + norma map + specular map, e finalmente os maps anteriores mais as camadas interiores à pele..... 39

Figura 12 Pipeline de criação de personagens e de importação (Parte II). 40

Figura 13 Da esquerda para a direita - Shape Keys definidas no Blender e Blend Shapes no Unty3D..... 41

Figura 14 Configuração de importação do Unity3D..... 41

Figura 15 Menu principal da esquerda para a direita - versão de avaliação e versão de treino. 44

Figura 16 Em cima prefab da versão de avaliação e em baixo da versão de treino..... 45

Figura 17 Seleção do caso (versão de treino). 45

Figura 18 Seleção do personagem. 46

Figura 19 Simulação da situação passível de automedicação. À direita surgem as 3 opções disponíveis para o aluno escolher. 46

Figura 20 O HV a mostrar as diferentes expressões faciais (da esquerda para a direita): a expressão neutra, contente e descontente. 48
Figura 21 Fim da resolução (versão de avaliação). 50
Figura 22 Fim de resolução (versão de treino). 51
Figura 23 Menu de histórico de casos resolvidos. 51
Figura 24 Informação adicional sobre os caso. 52
Figura 25 Informação adicional sobre o caso selecionado (Cefaleia). 52
Figura 26 Menu inicial da VP_Office. 53
Figura 27 Criador de diálogos. 54
Figura 28 Da esquerda para a direita: menu de seleção e nó do tipo farmacêutico. 55
Figura 29 Diálogo parcial entre o HV e o aluno. 55
Figura 30 Inserção de novos casos. 56
Figura 31 Inserção de novos elementos de estudo. 57
Figura 32 Atividade dos alunos. 57
Figura 33 Alteração do valor da Blend Shape no Unity3D. 60
Figura 34 Estrutura dos ficheiros para a fala dos 4 HV no caso da cefaleia. 64
Figura 35 Estrutura da base de dados. 66
Figura 36 Funcionamento geral da todas as componentes Virtual Pharmacy. 67
Figura 37 Exemplo de um ficheiro XMl (parcial). 99
Figura 38 Criação de uma nova ligação MySQL. 103
Figura 39 Criar um novo Schema. 104
Figura 40 Abrir ficheiro sql. 105
Figura 41 Criar um novo caso. 106
Figura 42 Criar o dialogo. 107
Figura 43 Inserir um novo caso na base de dados. 108
Figura 44 Audio Generator. 108
Figura 45 Gerar o áudio. 109
Figura 46 Arquitetura da Virtual Pharmacy. 110
Figura 47 Criar o personagem. 111

Figura 48 Ficheiros FBX. 113
Figura 49 Incompatibilidade do esqueleto no Blender. 114
Figura 50 Criar a shape key base. 115
Figura 51 Criar uma nova Shape Key. 116
Figura 52 Shape Keys Blender. 117
Figura 53 Shape Keys no Maya. 118
Figura 54 Configurações de importação no Unity. 120
Figura 55 Shape keys Unity. 121
Figura 56 Adicionar um novo personagem. 122
Figura 57 Adicionar um novo botão. 125
Figura 58 Personagem na cena. 128
Figura 59 Animator. 128

Lista de Tabelas

Tabela 1 Tabela de mapeamento dos fonemas para visemas na língua inglesa (versão reduzida a 21 visemas) 15

Tabela 2 Palavra chave e movimento associado 49

Tabela 3 Mapeamento do código do visema da Microsoft com as blend shapes do Unity 62

Tabela 4 Respostas dos peritos em relação à interface da aplicação 71

Tabela 5 Respostas dos peritos em relação aos Humanos Virtuais 71

Tabela 6 Respostas dos peritos em relação à apreciação global da aplicação 72

Tabela 7 Respostas dos alunos em relação à interface gráfica da aplicação 75

Tabela 8 Respostas dos alunos em relação aos Humanos Virtuais 76

Tabela 9 Respostas dos alunos em relação à apreciação global da aplicação 76

Tabela 10 Respostas dos alunos ao SUS 77

Tabela 11 Respostas dos estagiários em relação à interface gráfica da aplicação 79

Tabela 12 Respostas dos estagiários em relação aos Humanos Virtuais 79

Tabela 13 Respostas dos alunos em relação à apreciação global da aplicação 80

Tabela 14 Respostas dos estagiários ao SUS 81

Tabela 15 Blend Shapes 98

Capítulo 1

Introdução

As competências sociais de comunicação são importantes, pois é desta forma que nós seres humanos nos relacionamos. Estas competências são de grande valor em grande parte das profissões, principalmente nas atividades respeitantes à área da Saúde, como, por exemplo, Enfermagem, Medicina e Ciências Farmacêuticas. Quando um profissional desta área tem de efetuar um diagnóstico ou dar aconselhamento a um doente, a comunicação é um aspeto fulcral.

No desempenho de profissões desta área uma boa comunicação com os utentes é essencial, com vista a recolher o máximo de informação e poder realizar um diagnóstico ou aconselhamento o mais correto e preciso possível.

Neste projeto recorremos ao uso de humanos virtuais (HV) para conceber e implementar uma ferramenta para treino e avaliação da comunicação no contexto das Ciências Farmacêuticas. O trabalho insere-se no âmbito de projetos que têm vindo a ser desenvolvidos pelo grupo de I&D MAS-BioISIS (ex-LabMag) e que também envolvem aplicações interativas com humanos virtuais.

1.1 Motivação

Ao finalizarem o seu curso, os estudantes da área da Saúde devem ter as capacidades de comunicação necessárias para o correto desempenho da sua profissão. Os métodos de ensino destas competências baseiam-se numa componente teórica, em que se estudam protocolos que devem ser aplicados nestas interações com os doentes. Contudo, para além do aspeto técnico, é necessário que os estudantes treinem outros aspetos importantes, como, por exemplo, a empatia com o doente.

Uma insuficiente capacidade de comunicar com os doentes pode refletir-se na forma como decorre o diagnóstico ou recolha de informação, podendo no limite acarretar consequências negativas para aqueles.

Os alunos devem ser treinados, de modo a poderem interpretar os sinais de comunicação que os seus interlocutores expressam, tanto verbalmente como através da linguagem corporal. As sessões de treino em sala de aula são habitualmente concretizadas pelo professor que desempenha o papel de doente. É comum encontrar-se situações em que o rácio nº professores/ nº alunos é muito pequeno, o que torna difícil o treino efetivo dos estudantes.

1.2 Objetivos

Com este projeto, pretende-se conceber e concretizar uma ferramenta que permita o treino de competências sociais para alunos de Ciências Farmacêuticas, em particular para situações de automedicação em farmácia comunitária.

A ideia base para o uso da ferramenta é que os alunos desempenhem o papel de um profissional perante um Humano Virtual (HV) que é o doente. Cada situação clínica ou caso a resolver pelo aluno é interpretado por um humano virtual com um tipo de doença associado. As intervenções do HV são feitas através de fala, gerada por um sintetizador, e de expressões faciais e corporais. Ao aluno são apresentadas diversas escolhas em forma de texto entre as quais deverá escolher a que considerar mais adequada. Ao longo da simulação, a reação exibida pelo HV em termos de expressão facial vai sendo o espelho das escolhas efetuadas pelo aluno.

A ferramenta dá suporte ao trabalho do professor permitindo que o aluno treine os seus ensinamentos dentro e fora da sala de aula. Além do treino, a ferramenta apoia na tarefa de avaliação e permite que o professor adicione facilmente novos casos e situações, sem que sejam requeridos conhecimentos informáticos específicos.

Para o desenvolvimento desta aplicação, recorreu-se a ferramentas gratuitas, de forma a manter um custo de produção baixo.

1.3 Contribuições

No decurso deste trabalho concebeu-se e implementou-se uma solução para o treino e avaliação das competências sociais em alunos de Ciências Farmacêuticas.

A ferramenta desenvolvida contou com duas fases de testes e avaliação. A primeira fase consistiu num pré-teste realizado com peritos na área da Comunicação na Saúde, a fim de validar algumas das funcionalidades implementadas e de aferir o seu grau de contentamento em relação à possibilidade da utilização da aplicação. A segunda fase foi realizada com alunos e estagiários, de forma a avaliar a usabilidade, interface e utilidade da aplicação.

No decurso do projeto, foram escritos os seguintes artigos:

A. P. Cláudio, M. B. Carmo, V. Pinto, R. Teixeira, D. Galvão, A. Cavaco, M. Guerreiro, "Ambiente Virtual para Treino de Competências de Comunicação na Área da Saúde: o caso do atendimento em farmácia para automedicação", Revista de Ciências da Computação, vol. 9, no 9, 2014.

A. P. Cláudio, M. B. Carmo, V. Pinto, A. Cavaco, M. Guerreiro, "Virtual Humans for Training and Assessment of Self- medication Consultation Skills in Pharmacy Students", 2015. Submetido para a conferência: The 10th International Conference on Computer Science & Education – IEEE ICCSE 2015, 22-24 July, Cambridge.

Guerreiro MP, Cavaco AC, Cláudio AP, Carmo, MB, Pinto V. Development of computer-based virtual patients for training and assessment of self-medication consultation skills in pharmacy students. International Journal of Clinical Pharmacy. In press.

A aplicação foi demonstrada:

- No Dia Aberto da FCUL, para os alunos visitantes do ensino secundário;
- No Museu das dos Valores, em Mafra, para os coordenadores de conteúdos deste museu.

1.4 Estrutura do documento

Este documento está organizado da seguinte forma:

- **Capítulo 2** – Conceitos e trabalho relacionado

  Neste capítulo, são apresentados conceitos base e descritos diversos projetos e estudos realizados que, de alguma forma, se enquadram no âmbito do desenvolvimento deste projeto.

- **Capítulo 3** – Análise de produto

Neste capítulo, apresentam-se o levantamento de requisitos e o planeamento do trabalho.

- **Capítulo 4** – Implementação

  Neste capítulo, é descrita a implementação da ferramenta Virtual Pharmacy.

- **Capítulo 5** – Avaliação do protótipo

  Neste capítulo, são apresentados os resultados referentes aos testes efetuados com os diferentes grupos de utilizadores.

- **Capítulo 6** – Conclusões e trabalho futuro

  Neste capítulo, são apresentadas as conclusões e apontam-se linhas para trabalho futuro.

Capítulo 2

Conceitos e trabalho relacionado

Neste capítulo, serão descritos alguns conceitos e trabalhos que são relevantes no âmbito deste projeto.

2.1 Realidade Virtual

A Realidade Virtual (RV) refere-se a um ambiente simulado por computador que pretende recriar um mundo imaginário dentro do qual o utilizador deve idealmente sentir-se presente e com o qual consegue interagir [1].

O termo "Realidade Virtual" foi primeiramente proposto por Jaron Laniner, em 1989, para descrever esta tecnologia. Depois de décadas de desenvolvimento, a tecnologia de realidade virtual tem-se expandindo para as mais diversas áreas, como, por exemplo, a Arquitetura, a Visualização Científica, a Educação, a Terapia e o treino de várias competências [2].

2.1.1 Imersão e Sensação de presença

Existem três níveis principais de imersão no uso de RV: 1) não-imersivo, que diz respeito à experiencia obtida através de um computador de secretária, em que o ambiente virtual é gerado sem recorrer a nenhum equipamento específico [1]; 2) semi-imersivo, em que é feito o *tracking* da cabeça do utilizador e a imagem do ambiente virtual é alterada de modo a acompanhar este movimento (nestes sistemas são frequentemente utilizados *shutter glasses* para visualização estereoscópica) [3]; 3) totalmente imersivo, em que o utilizador usa um equipamento imersivo individual, um HMD (*head-mounted-display*), através do qual visualiza a cena de acordo com a sua orientação e posição, ou se está dentro de um equipamento imersivo utilizado por vários utilizadores em simultâneo, por exemplo, uma CAVE [1].

Juntamente com a imersão, a interação e a imaginação são 3 elementos chaves para uma boa experiência de RV [4].

Interação

Para uma experiência de RV parecer autêntica, o sistema tem que reagir às ações do utilizador. A interação do utilizador pode ser ativa (por exemplo, carregar num botão, usar o teclado, o rato ou um sistema de reconhecimento de gestos) ou passiva (por exemplo, movimento natural da cabeça). Na maioria dos casos, o *feedback* que o utilizador recebe do sistema é fornecido através de estímulos visuais e auditivos, mas já existem sistemas com *feedback* háptico.

Imaginação

A imaginação diz respeito à capacidade de o utilizador percecionar o ambiente virtual como real. Esta capacidade é uma característica individual e depende da imaginação do utilizador.

Estes elementos chave são importantes para que o utilizador se sinta presente no próprio ambiente virtual, isto é, fazendo parte deste.

2.1.2 Vantagens e Inconvenientes

A RV é uma tecnologia que tem vindo cada vez mais a atrair o interesse das pessoas, pois permite visualizar e interagir com ambientes virtuais como se fossem reais.

Devido à possibilidade de adaptação para diversas situações, a RV permite uma panóplia de simulações possíveis e que podem ser replicadas infinitas vezes, o que reduz os custos, por exemplo, quando se usam ambientes de treino.

Para o aumento da popularidade da RV tem contribuído o aparecimento de equipamento de RV imersiva de custos pouco elevados e com boa qualidade, como é o caso do lançamento previsto para breve dos *HMD Oculus Rift* da *Oculus VR*[1] e com a apresentação do *Project Morpheus* da *Sony*[2].

Contudo durante a utilização da RV, alguns utilizadores referem sensações de mau estar temporário (*cybersickness*). Existem alguns estudos que investigam este tipo de

[1] https://www.oculus.com
[2] https://www.playstation.com/pt-pt/explore/ps4/features/project-morpheus/

problemas, com objetivo de identificar as suas causas. Por exemplo, Tomasz Mazuryk e Micheal Gervautz, apresentaram um estudo com utilizadores durante uma utilização intensiva de um simulador de voo de RV e verificaram que os sintomas mais observados foram disfunções oculomotoras (como cansaço visual, dificuldade de concentração e visão turva), disfunções mentais (por exemplo, tonturas) ou disfunções fisiológicas (por exemplo, dores de cabeça e náuseas) [3]. Este desconforto é responsável pela desmotivação de alguns utilizadores da RV.

2.2 Pacientes Virtuais na Comunicação em Saúde

2.2.1 Estudos sobre o uso de pacientes virtuais

É vasto o uso de HV nas áreas de entretenimento (jogos e cinema) contudo, existem aplicações fora desta área que recorrem a HV, por exemplo, na área de saúde [5]. Também no âmbito da Comunicação em Saúde existem exemplos de aplicações que recorrem a HV. Algumas destas aplicações estão referidas nas secções seguintes.

A capacidade dos profissionais de saúde de comunicarem de forma eficaz é um fator importante identificado pela World Health, que estes profissionais devem ter como suporte à sua função [6] [7]. Esta competência permite-lhes interagir com os doentes de forma a conseguirem recolher o máximo de dados, conseguindo, assim, um melhor desempenho no aconselhamento, prevenção, tratamento e diagnóstico de problemas.

A prestação de serviços de Saúde exige um conhecimento clínico sólido dos médicos, enfermeiros ou farmacêuticos, mas também boas capacidades de comunicação, como a empatia. Além disso, é imprescindível a capacidade de pensamento crítico e clínico, de modo a melhorar a satisfação e o resultado na saúde dos seus pacientes [8].

As capacidades de interação com os pacientes são geralmente reconhecidas como inadequadas, exigindo assim a sua correção durante a da formação académica dos estudantes [8].

No treino de alunos das áreas da Saúde têm sido usados diversos tipos de "pacientes virtuais", embora a designação "virtuais" nem sempre signifique recurso a HV. É o caso dos *Standardized Patients* e *Simulated Patients*.

Os *Stardardized Patients* são pessoas que apresentam a sua situação real pessoal, física, social e psicológica ao estudante [9]. Por outro lado, os *Simulated Patients* são pessoas que representam um papel, ou seja, são pessoas a quem são dadas histórias para

retratarem. Estas pessoas podem ser atores ou apenas pessoas treinadas para apresentar a situação [9].

Diferentes métodos de desenvolvimento de competências de comunicação para estudantes têm sido usados, incluindo comunicação cara-a-cara, por telefone, entrevista por email, análise de áudio e vídeo, assim como a utilização de vários métodos, em que são utilizados pacientes virtuais [7].

Têm também sido desenvolvidas abordagens em que se recorre a um HV para desempenhar o papel de paciente [7]. Vários estudos têm vindo a demonstrar que a utilização de pacientes virtuais tem sido bem recebida e que estes podem ser utilizados para melhorar as competências cognitivas e comportamentais dos estudantes de forma mais eficaz quando comparados com métodos tradicionais ou de sala de aula, que têm sido utilizados desde há vários anos, em que a informação é transmitida aos alunos essencialmente por meios baseados na teoria e em que não são atingidos níveis de interação e empenho desejados dos alunos [10]. Por exemplo, foi demonstrado por R. Reynolds e C. Candler [11], que os estudantes de Medicina que utilizaram pacientes virtuais para aprenderem sobre dor aguda nas costas tiveram melhor desempenho quando comparados com estudantes que apenas leram sobre o assunto.

Esta exposição dos estudantes a estes ambientes virtuais de aprendizagem permite que estes se familiarizem com situações reais e que até pratiquem ou desenvolvam novas capacidades [12].

Através de um estudo realizado por Grace Huang et al [11] sobre a utilização de programas de simulação de pacientes virtuais nas faculdades dos Estados Unidos e Canadá, verificou-se que a grande maioria dos programas de pacientes virtuais (83%) requer acesso à internet e são ricos em elementos de multimédia, sendo que 92% contém imagens estáticas, 71% clips de áudio e 83% clips de vídeo. A nível de multimédia mais avançada, cerca de 25% usa animações 3D e 33% animações Flash.

Quanto à utilização, 68% das aplicações fornece *feedback* direto aos utilizadores acerca do seu desempenho e são para ser utilizados de forma individual, permitindo também que o conteúdo do caso em questão seja revisto. 64% permite fazer o *tracking* de todas as escolhas feitas pelo utilizador e apenas 20% oferece múltiplos resultados dependendo das decisões feitas pelos alunos.

Vários estudos demonstram que a utilização de pacientes virtuais para ensinar os alunos no aconselhamento de medicação e tratamentos de saúde em comparação com os métodos de ensino tradicionais é mais eficaz [7]. No entanto, esta opinião não é

consensual entre a comunidade, havendo autores que demonstram que esta tecnologia ainda necessita de algum amadurecimento [13].

A utilização de pacientes virtuais permite a simulação dos diferentes estados psicológicos dos diferentes tipos de pacientes que os farmacêuticos ou médicos podem encontrar na prática da profissão (por exemplo, irritado, ansioso, passivo, assertivo, etc.), o que permite aos estudantes não só saberem o que podem esperar no futuro como aumentar a sua confiança em relação às suas capacidades [7]. A sua utilização permite ainda aos estudantes terem a oportunidade de aplicar conhecimentos aprendidos noutras disciplinas e aplicá-los a situações que são comuns na prática, simulando situações reais num ambiente controlado e monitorizado, sem qualquer risco para o "paciente" [14].

Por outro lado, as aplicações que utilizam HV são um pouco limitadas no número de animações, interações e cenários. Também é necessário a criação de gráficos mais realistas e de elementos de multimédia (som, animação, texto, etc.), para melhorar as interações com os pacientes virtuais [7].

Um dos maiores problemas identificados por Jabbur-Lops *et al.* [7] é a falta de "vida" do paciente virtual e a sua incapacidade de fornecer informações adicionais improvisadas como resposta às perguntas dos estudantes, ou seja, o facto de não ser um agente inteligente [15] [16].

Orr verificou que, durante a interação com os pacientes virtuais, alguns estudantes não se focam nas suas capacidades de comunicação verbais, e que os pacientes virtuais testados não têm recursos suficientes para que os estudantes possam praticar a comunicação não verbal [14].

Cavaco e Madeira verificaram que o acesso a este tipo de tecnologia de pacientes virtuais não é fácil para os estudantes, o que pode indicar que as aplicações existentes que utilizam esta tecnologia podem não ser assim tão simples ou requerem outro tipo de equipamento adicional [13]. Foi verificado ainda no mesmo artigo que o uso de pacientes virtuais na realização de exames foi considerado menos eficaz, o que pode significar que esta tecnologia pode ainda ser vista como experimental e como não sendo ainda uma ferramenta confiável de avaliação. Além disso, em muitas outras áreas da Saúde e não só, a utilização de pacientes virtuais ainda precisa de ser validada de forma a comprovar efetivamente os seus benefícios [17].

2.2.2 Princípios de desenho de pacientes virtuais

A partir de um estudo ralizado por F. Reichert *et al.* e com base nas opiniões dos estudantes foram identificados vários princípios de desenho para a produção de pacientes virtuais, de forma a obter uma experiência o mais próximo da realidade possível [18]:

Relevância – Os casos apresentados pelos pacientes virtuais devem ser relevantes em termos da incidência do seu problema, da gravidade e das suas consequências.

Nível de dificuldade apropriado - O nível de complexidade deve ser adequado ao nível de conhecimento dos estudantes. Orientação, ou comentários de especialistas são importantes no início, enquanto os estudantes ainda têm pouca experiência.

Interatividade - Os pacientes virtuais devem ser interativos e apresentar uma variedade de questões.

***Feedback* específico -** Os estudantes acham importante receber feedback em todas as suas escolhas para os ajudar a perceber o problema. Também deve ser dado um feedback desempenho geral do estudante, de forma a que ele possa identificar as áreas em que têm mais dificuldade para posteriormente melhorar.

Utilização de *media* apropriada - Devem ser usados diferentes tipos de *media* (imagens, vídeo, áudio, animação, …) de forma a que o paciente virtual seja o mais realista possível.

Focar em pontos de aprendizagem relevantes - A interface deve ajudar os estudantes a focarem-se nos pontos de aprendizagem relevantes, evitando distrações e facilitando o uso dos pacientes virtuais. No caso da utilização de texto, este deve ser curto e o mais claro possível, e em que o acesso a informação adicional deve ser facilitado.

Recapitulação de pontos-chave da aprendizagem - Ao fim de cada caso deve ser perguntado aos estudantes e fazer uma avaliação de conhecimentos do que eles aprenderam de forma a recapitular os pontos-chave. Também deve ser incluído no fim um sumário com pontos chave.

Tarefas autênticas - O paciente virtual deve requerer que os estudantes façam todas as decisões clínicas que um médico ou farmacêutico têm habitualmente que fazer.

Perguntas e explicações para melhorar o pensamento clínico - Os estudantes devem estar envolvidos ativamente no processo de raciocínio clínico, da mesma forma que um profissional de saúde na vida real, por exemplo, realizando diagnósticos.

2.2.3 Aplicações com pacientes virtuais

Interactive Simulated Patient (ISP) [5]**-** É uma aplicação multimédia para aprendizagem, na área da Saúde que permite explorar e resolver casos clínicos, tendo como objetivo ajudar os estudantes a praticar as suas capacidades de raciocínio clínico. A interação com o paciente é feita através de linguagem natural e todas as respostas do paciente são dadas através de *clips* de vídeo. A aplicação permite simular exames físicos detalhados, incluído auscultação, exames neurológicos, assim como testes de laboratório, de forma interativa e aplicável a todas as partes do corpo. Também permite ao utilizador tirar notas de forma individual para cada paciente incluindo também todos os exames e testes associados ao paciente. O utilizador propõe um diagnóstico, e recebe *feedback* sobre este, podendo ver todas as suas interações através de um *log* que pode imprimir para analisar e concluir onde esteve menos bem. Todas as opções são livremente escolhidas pelo utilizador a qualquer momento.

Os estudantes que avaliaram esta aplicação consideram que, o sistema é abrangente e dá uma apresentação completa do caso incluindo informação acerca do que se devia ter feito e o que realmente se fez.

Orr *et al.* [14], desenvolveram, implementaram e avaliaram o uso de pacientes virtuais como uma ferramenta de aprendizagem em contexto de ensino em Ciências Farmacêuticas. Nesta ferramenta, os pacientes virtuais tratavam-se de pessoas que foram recrutadas em que o único requisito era terem experiência prévia de trabalho numa comunidade farmacêutica. Depois de recrutadas as pessoas, foram-lhes entregues informações e instruções do coordenador. Estas informações continham instruções logísticas, o perfil do paciente virtual que iriam recriar e um calendário de questões para acompanhar as interações. A cada paciente virtual foi atribuído um endereço de email que refletia o problema ou a doença, e um perfil base do paciente. A interação entre o paciente e os estudantes era feita através de email, em que os alunos não sabiam a verdadeira identidade do "paciente". Estas interações eram feitas semanalmente, e eram depois enviadas para o coordenador para avaliação e para discussão na aula.

Os resultados desta ferramenta revelam que os alunos se sentiram mais confiantes nas suas competências de cuidados de saúde no fim do semestre. Também se observou que as competências dos alunos melhoraram em todas as categorias, assim como a sua capacidade de comunicação por escrito também melhorou ao longo do semestre.

Virtual Practice Environment (VPE) [8] trata-se de um sistema que foi desenhado e construído usando tecnologias que permitem a exibição de imagens e

vídeos mostrados à escala real de forma a poder representar uma farmácia. É mostrado um vídeo de uma farmácia real em funcionamento através de 3 ecrãs gigantes com som adequado como objetivo de criar um ambiente de farmácia imersivo para os estudantes.

As várias interações possíveis entre o farmacêutico e o paciente foram gravadas usado o "green-screen", e as imagens adicionais do paciente foram obtidas de pessoas reais. Também foram utilizadas fotografias de prescrições reais que podem ser mostradas no ecrã. Este conjunto de recursos reais melhora o realismo dos casos, permitindo aos estudantes observar as características dos pacientes e familiarizarem-se com prescrições legais e as suas componentes. Este sistema permite aos estudantes reverem tudo o que foi feito, o que foi por eles considerado como uma boa forma de feedback.

AVATALK [12] trata-se de uma aplicação utilizada em programas de treino de competências de entrevistas em contexto genérico, entre outros, e que incorpora processamento de linguagem natural, permitindo assim reconhecer linguagem natural baseando-se no seu conteúdo. Permite também a modelação de comportamentos e emoções dos humanos virtuais, fazendo com que estes atuem de forma realista através de expressões faciais.

Trauma Patient Simulator (TSP) [12] é uma aplicação que tem sido utilizada em programas de treino de serviços de emergência médica, em que a simulação do trauma do paciente ocorre no contexto de um determinado cenário onde acontece um acidente em que um paciente sofre uma lesão. A visualização é feita através de um mundo virtual 3D que contém o paciente e outros objetos.

A aplicação permite a modelação fisiológica do paciente virtual, onde é mostrado informações cardiovasculares em tempo real, respiração e estimulação farmacológica. O paciente exibe sinais clínicos e sintomas em tempo real. O utilizador pode interagir com o paciente virtual, como por exemplo medir a pulsação.

A aplicação leva o utilizador através de uma sequência de ações para avaliação do trauma do paciente.

Permite ainda a configuração do cenário, ou uma configuração aleatória onde aplicação combina vários tipos de lesões e cenários.

2.3 Humanos Virtuais falantes

A animação da fala em HV é uma parte importante e essencial para o nível de realismo da experiência. Dotar os HV da capacidade de falar é um processo difícil e com resultados mais facilmente criticáveis, pois os observadores humanos são bastante sensíveis a pequenos erros que possam ocorrem com a animação da face. Idealmente, o movimento dos lábios e do áudio devem estar devidamente sincronizados e em concordância, fonema (som) e visema (forma que os lábios formam ao produzir o som, como explicado na secção seguinte). Só assim se consegue obter uma personagem falante convincente. No entanto, esta sincronização do áudio com o movimento dos lábios é difícil por várias razões [19]:

- o próprio movimento dos lábios é complexo e muito rápido;
- as partes da face envolvidas no processo da fala são extremamente deformáveis e complexas;
- a parte visual da fala não é apenas afetada pelo que é falado, mas também como é falado, o que pode ser afetado, por exemplo, pelo estado emocional.

2.3.1 Fonema e Visema

Um fonema é uma unidade sonora básica de uma língua que, quando combinado com outros fonemas, forma uma unidade com significado, como as palavras.

Os fonemas não podem ser confundidos com as letras, pois os fonemas representam o som, enquanto as letras correspondem à representação gráfica desses sons. Na língua portuguesa, por exemplo, o fonema /z/ pode ser representado por várias letras, pelo <s>, <z> ou <x>; o caso contrário também verifica.

Um fonema pode ser descrito como a menor unidade contrastiva linguística que pode levar a uma mudança de significado [20].

O visema, por sua vez, corresponde à parte visual de um som (fonema), nomeadamente a forma dos lábios quando produzem um som.

Não existe uma correspondência direta entre fonemas e visemas. Dependendo das palavras, diferentes fonemas podem corresponder a um visema. Por exemplo, se considerarmos os fonemas /b/ e /p/, estes produzem uma forma visual muito semelhante, parecendo que são o mesmo fonema, sendo apenas distinguível quando esta

componente visual está acompanhada da componente audível [21]. O caso contrário também acontece, ou seja, casos em que diferentes visemas podem corresponder a um fonema, fenómeno este que é chamado de coarticulação. Por exemplo, no caso da língua inglesa, o fonema /t/ nas palavras "*two*" e "*tea*" tem uma representação visual diferente, uma vez que, no primeiro caso, o visema assume uma forma mais arredondada e, no segundo, uma forma mais alargada, por causa da antecipação dos fonemas seguintes.

Por poderem existir diferenças a nível do tempo e duração da fala, a leitura dos lábios torna-se difícil, nomeadamente para pessoas com problemas de audição, que apenas conseguem ter acesso à componente visual da fala.

Na língua inglesa, existem cerca de 40 visemas, mas estes podem ser reduzidos para cerca de metade, uma vez que existem visemas que não são distinguíveis visualmente, Tabela 1, [22].

Fonema em inglês	Conjunto de fonemas comuns	Exemplos
ae, ah, ax	ah	cat, cut, ago
Aa	aa	father
Ao	ao	dog
ey, eh	eh	ate, pet
Er	er	fur
ih, iy	ih	feel, fill, debit
w, uw, uh	w	with, too, book
Ow	ow	go
Aw	aw	foul
Oy	oy	toy
Ay	ay	bite
H	h	help
R	r	red

L	l	lid
s, z	z	sit, zap
sh, ch, jh, zh, y	sh	she, chin, joy, pleasure, yard
th, dh	th	thin, then
f, v	f	fork, vat
d, t, n, ng	d	dig, talk, no, sing
k, g	kg	cut, gut
p, b, m	bmp	put, big, mat

Tabela 1 Tabela de mapeamento dos fonemas para visemas na língua inglesa (versão reduzida a 21 visemas)

2.3.2 Métodos de animação de fala

Os métodos de animação de fala podem ser divididos em três categorias, cada uma com as suas vantagens e desvantagens:

- Captura de movimento - O resultado da animação sincronizada com áudio pode ser de extrema qualidade se os dados da captura e o modelo 3D forem de grande qualidade. Contudo, esta solução tem dois grandes problemas. O primeiro diz respeito ao tempo necessário e equipamento requerido. Já o segundo refere-se à necessidade que todos os dados de captura necessários têm de ser gravados *a priori*, não permitindo, assim, que sejam criadas novas animações em tempo real [19].
- Métodos baseados em imagem – Estes métodos podem gerar bons resultados. Estes métodos consistem na gravação de, por exemplo, uma pessoa a falar todos os fonemas necessários ou tri-fonemas (combinação de três fonemas). Os tri-fonemas têm uma grande utilidade, porque grande parte dos efeitos de coarticulação entre dois fonemas é representado por um tri-fonema. Com a utilização de técnicas de processamento de imagem, a mistura ou *morph* destes tri-fonemas cria um movimento da fala bastante realista. A utilização deste método permite a geração de novas animações, ao contrário da utilização da captura de movimentos [19]. Uma das desvantagens é a adição de expressões na região da boca, pois requer a gravação

dos tri-fonemas para cada possível expressão e, ao tratar-se de uma técnica 2D, a iluminação e mudanças de câmara podem ser problemáticas.

- Métodos 3D – Os métodos 3D permitem que sejam criadas novas animações, iluminação e mudanças de câmara, colmatando, assim, as limitações dos dois métodos anteriores. Este método consiste na modelação da face, incluindo os lábios, língua, pele e outras partes da face, de forma a criar um modelo representativo da face o mais real possível, criando poses da face para os possíveis fonemas [19].

2.3.1 Exemplos de aplicações desenvolvidas

Com o objetivo de criar animações de fala em humanos virtuais ou personagens de videojogos, foram desenvolvidos alguns sistemas.

Em [19] foi desenvolvido um modelo para suportar animações de fala. Este modelo recebe como *input* a geometria facial e transforma-a num modelo deformável parametrizado, permitindo que a sua integração com a sincronização da fala e as expressões faciais seja fácil. O modelo facial é composto por um modelo de um lábio altamente deformável, que é inserido na geometria facial e que contém uma complexidade geométrica suficiente para a criação das formas labiais. A animação é feita usando um modelo de coarticulação descrevendo os visemas como curvas em vez de *keyframes* e em que a componente do áudio é gerada através de um TTS (text-to-speech).

Em [22], é apresentado um método para ser utilizado em tempo real que permite a geração de animações faciais sincronizadas com o áudio gerado a partir de um *text-to-speech*. Este método requer a construção de animações na personagem para um determinado conjunto de visemas, em que a criação da animação final consiste na junção destas animações construídas.

2.4 Conclusão

Neste capítulo, apresentámos os conceitos fundamentais no contexto da RV e que recorrem a pacientes virtuais (nem sempre a HV) para treino e avaliação de competências técnicas e sociais no âmbito da comunicação em Saúde.

No capítulo seguinte, é descrita a abordagem tomada para o desenvolvimento do projeto.

Capítulo 3

Análise do produto

Neste capítulo, será feita uma descrição breve da solução desenvolvida designada por Virtual Pharmacy e de seguida, serão apresentadas a análise de requisitos que esteve na sua génese, a sua arquitetura e finalmente o planeamento do trabalho.

3.1 Descrição breve da Virtual Pharmacy

O projeto desenvolvido consistiu na conceção e implementação da Virtual Pharmacy, cujo o propósito é treinar e avaliar as competências sociais dos alunos, em contextos de ensino em Ciências Farmacêuticas.

Esta solução pretende, através da simulação de situações reais de atendimento, colocar os alunos no lugar de um profissional de saúde, tentando resolver diversas situações passíveis de automedicação. Cada uma delas pode ter vários desfechos em que a expressão facial de agrado ou desagrado do HV é influenciada pelas escolhas efetuadas pelo aluno no decorrer do atendimento.

A Virtual Pharmacy é composta por duas aplicações, a VP_SIM (Virtual Pharmacy Simulation) e a VP_Office (Virtual Pharmacy Backoffice). A VP_SIM é destina aos alunos e tem duas versões, uma para o treino e a outra para a avaliação. Na VP_SIM, os alunos são utilizadores ativos e tentam resolver diversas situações passíveis de automedicação, em que cada uma destas situações pode ter vários desfechos. No decorrer do atendimento, são dadas aos alunos várias opções em que este deve escolher aquela que melhor se adequa no dado momento, sendo que o estado emocional do HV é influenciado de acordo com estas escolhas. No caso da versão de avaliação, no fim da resolução de cada situação, é mostrado ao aluno o seu desempenho e todas as escolhas efetuadas por ele são guardadas num base de dados para serem posteriormente consultadas pelo professor. Na versão de treino, é mostrado ao aluno no final de cada

resolução, informação detalhada acerca das questões que errou e que deveria ter escolhido. Também é possível ao aluno consultar informação adicional sobre patologias, medicação, protocolos, entre outras.

A VP_Office é destinada a dar suporte ao trabalho do professor e trata-se de uma aplicação *web* de *backoffice*, para consultar informações sobre o desempenho dos alunos e inserir novos conteúdos na VP_SIM, como novas situações possíveis de automedicação e elementos de estudo para os estudantes no caso da versão de treino da VP_SIM.

De forma a manter o desenvolvimento da ferramenta com um custo de desenvolvimento baixo, foram apenas utilizadas ferramentas gratuitas para o seu desenvolvimento.

3.2 Stakeholders

Nesta secção são identificados os *Stakeholders* utilizadores e não utilizadores.

3.2.1 *Stakeholders* não utilizadores

- Ana Paula Cláudio, Beatriz Carmo: respetivamente orientadora e coorientadora, no processo de desenvolvimento;
- Afonso Cavaco: Doutorado em Ciências Médicas e Professor Associado da Faculdade de Farmácia da Universidade de Lisboa;
- Mara Pereira Guerreiro: Doutorada em Drug Usage and Pharmacy Practice pela Universidade de Manchester;
- Vítor Pinto: estudante envolvido no desenvolvimento do projeto.

3.2.2 *Stakeholders* utilizadores

- Professor: utilizador ativo da aplicação web, que interage com esta, de forma a obter informações, resultados acerca de prestação de cada aluno na realização dos diferentes casos farmacêuticos.
- Aluno: utilizador ativo da aplicação de simulação, interagindo diretamente com esta de forma a resolver diferentes casos farmacêuticos.

3.3 Especificação de Requisitos de *Software*

Nesta secção, serão descritas as funcionalidades (requisitos funcionais) e propriedades (requisitos não funcionais) que a solução deve contemplar.

Estes requisitos foram resultado de uma reunião entre os *stakeholders* envolvidos, em que foram discutidos os pontos mais importantes da ferramenta.

3.4 Paciente virtual e casos farmacêuticos

De acordo com os *stakeholders* não utilizadores especialista em Comunicação em Saúde, definiu-se que quatro deve ser o número de pacientes virtuais, dois de cada o género, e dentro de cada um mais jovem e outro mais velho.

Cada paciente virtual deverá poder representar vários estados de humor, sendo estes o neutro, aborrecido e satisfeito. Deverão ainda poder apresentar vários casos de saúde que foram definidos com sendo de dor e inflamação (estômago, cabeça, muscular esquelética).

3.4.1 Requisitos funcionais

A versão de avaliação da VP_SIM deverá assim contemplar as seguintes operações e características:

1. Possibilidade de simular vários cenários de farmácias comunitárias onde se decorre a situação de aconselhamento;
2. Possibilidade de usar diferentes HV: pretende-se ter personagens dos dois géneros e de duas faixas etárias diferentes;
3. Possibilidade de recriar diversas situações de automedicação do tipo dor ou inflamação (estômago, cabeça e muscular esquelética);
4. Possibilidade de usar o mesmo HV em situações distintas de automedicação;
5. Possibilidade de representar estados emocionais das personagens (neutro, aborrecido, satisfeito). As expressões do personagem alteram-se de acordo com as escolhas do utilizador durante a simulação;
6. Os HV devem articular falas;

Adicionalmente pretende-se ainda que seja guardada informação numa base de dados para posterior análise, nomeadamente:

- O tempo que o utilizador demora a concluir o caso;
- As escolhas e as pontuações do utilizador para cada caso;

A versão de treino da VP_SIM deverá contemplar as características e operações do ponto 1 até ao 7 da versão de avaliação e adicionalmente deverá ainda suportar:

- Visualizar as respostas erradas;
- Fornecer informação adicional sobre patologias, medicação, protocolos, entre outras.

O *backoffice* (VP_Office) deverá contemplar as seguintes operações:

- Consultar toda a atividade realizada pelos alunos (pontuações, tempos);
- Exportar a atividade realizada pelos alunos para um ficheiro;
- Inserir novas situações de automedicação usando um processo que não requeira conhecimentos informáticos específicos;
- Inserir novos elementos de estudo para a versão de treino;

3.4.2 Requisitos não funcionais

- **Realismo**: o nível de realismo dos gráficos assim como a qualidade dos personagens deve ser alto;
- **Usabilidade**: o sistema deve ser fácil de utilizar, e fornecer uma interface simples e intuitiva;
- **Fácil de instalar**: o sistema deve ser de fácil integração e execução em diferentes máquinas e ambientes;

3.4.3 Requisitos detalhados

O sistema consiste principalmente em três processos/aplicações, de acordo com a arquitetura descrita em 3.5

- **Processo orientado ao professor**: aplicação Web responsável por mostrar os dados referente à atividade dos alunos e por criar e introduzir novos conteúdos na aplicação VP_SIM;

- **Processo orientado ao aluno**: aplicação responsável pela interface gráfica, por processar o input dados e registar toda a atividade do aluno na base de dados, assim como toda a lógica do sistema e comunicação com o processo interno;
- **Processo interno**: aplicação responsável pela sintetização de áudio, e definição de animações verbais dos humanos virtuais, de acordo com o que foi definido pelo professor no processo orientado a este;

3.5 Arquitetura da Virtual Pharmacy

Quanto à arquitetura da Virtual Pharmacy (Figura 1), esta foi desenhada de maneira a que os requisitos fossem cumpridos e que fosse o mais flexível possível, de forma a facilitar a integração de novos componentes.

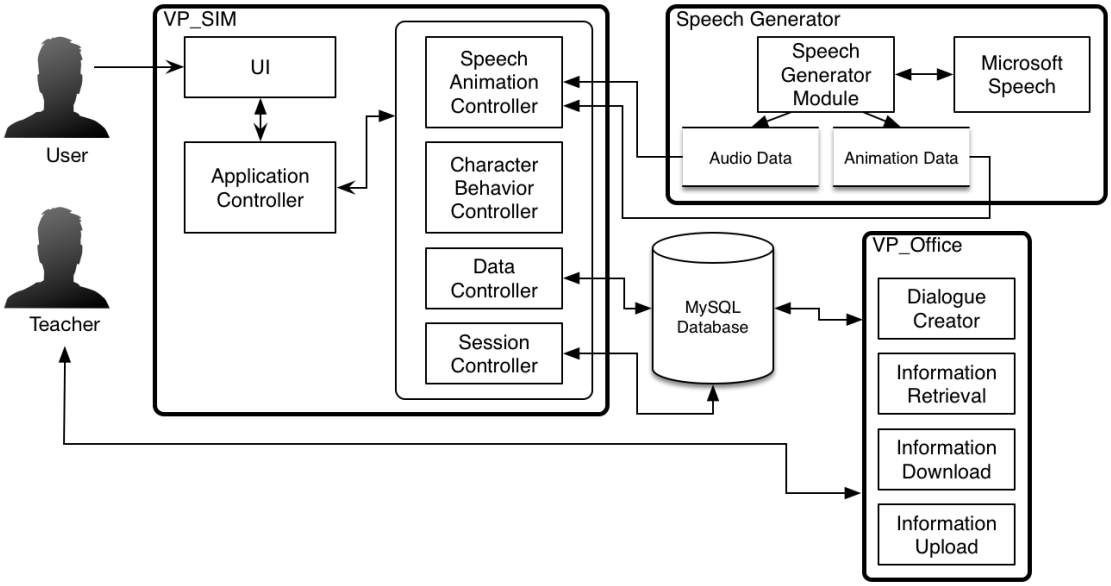


Figura 1 Arquitetura da Virtual Pharmacy.

A Virtual Pharmacy é composta por três componentes principais, a VP_SIM, o VP_Office e o Speech Generator, cada uma destas componentes com diversos módulos.

A VP_SIM corresponde à aplicação a ser utilizada pelos alunos, está implementada em C# utilizando o Unity3D. É nesta componente que é feita toda a simulação das situações passíveis de automedicação e em que os alunos interagem com o paciente virtual, que, por sua vez, este responde através de fala, movimentos corporais e expressões faciais. Através do módulo *Application Controller*, a VP_SIM comunica

com uma a base de dados MySQL, para registar toda a atividade dos alunos, e para verificar se existem novas informações, como novas situações passíveis de automedicação e novos elementos de estudo para os alunos poderem praticar ou estudar.

Estão implementadas duas versões desta aplicação, uma tendo como finalidade a avaliação e a outra o treino dos alunos.

A base de dados MySQL funciona como uma ponte de partilha de informação entre a VP_SIM e a VP_Office e, nela, são guardados três tipos de informação que são possíveis gerir através das diversas funcionalidades implementadas na VP_Office:

I. Dados relativos às situações passíveis de automedicação a serem simuladas. Estes dados dizem respeito aos diálogos entre o aluno e o paciente virtual. A VP_Office inclui a funcionalidade de criar e fazer o carregamento destes dados para a base de dados. O módulo Dialogue Creator, através de uma interface gráfica, permite que o diálogo seja facilmente definido, e através do módulo *Information Upload* permite que este diálogo seja carregado para a base de dados.

II. Dados relativos a elementos de estudo ou informações adicionais dos casos de automedicação (por exemplo, ficheiros *pdf*, hiperligações para páginas web), que posteriormente irão aparecer na versão de treino da VP_SIM. Esta informação é gerida através de funcionalidades implementadas na VP_Office.

III. Informação acerca da atividade dos alunos na versão de avaliação da VP_SIM. Esta informação pode ser posteriormente consultada e analisada através de funcionalidades implementadas na VP_Office, podendo, assim, o professor verificar o progresso dos alunos, e se assim o desejar, estes dados também podem ser exportados para um ficheiro *.csv*, de forma a que possam ser analisados, por exemplo, com um *software* de análise estatística.

A componente *Speech Generator* é responsável pela geração do áudio da fala das personagens, assim como pela geração da informação necessária para poder realizar a animação da fala nas personagens.

Na versão inicial da Virtual Pharmacy o Speech Generator correspondia a um processo lançado em *background*, assim que VP_SIM era iniciada e gerava o áudio das falas dos personagens em tempo de execução.

Esta versão foi testada por peritos em Comunicação em Saúde e constatou-se que existiam dificuldades na instalação das componentes necessárias ao funcionamento do Speech Generator.

Tendo em contas estas dificuldades e visto que a aplicação tem como objetivo ser utilizada pelos alunos com diferentes tipos de computadores, existe uma grande probabilidade de que as dificuldades de instalação verificadas com os peritos se verificassem também com os alunos, daí a necessidade de reformular a arquitetura: em vez de as falas das personagens serem geradas em tempo de execução, através de pedidos por parte do *Speech Animator Controller* ao *Speech Generator*, as falas das personagens já se encontram pré-geradas pelo *Speech Generator Module*, sendo apenas feito o seu carregamento para a aplicação VP_SIM. Desta forma, as dificuldades encontradas durante o pré-teste com os peritos foram eliminadas, melhorando, assim, a compatibilidade da aplicação com mais sistemas operativos.

No próximo capítulo, encontra-se informação mais detalhada sobre estas componentes, assim como a sua implementação.

3.6 Planeamento do trabalho

3.6.1 Modelo de desenvolvimento

Após uma primeira análise dos requisitos do cliente assim como do tempo disponível para a sua concretização, dos recursos e da natureza do projeto, de ser um projeto que pode sofrer várias alterações ao longo do seu ciclo de desenvolvimento e tendo uma forte flexibilidade, o modelo sequencial ficou fora de questão. Uma vez que o projeto pode sofrer alterações em qualquer uma das etapas, definiu-se que o modelo que seria mais apropriado seria o modelo iterativo e incremental. Dentro deste modelo, identificou-se que o padrão de desenvolvimento mais apropriado de acordo com as características do projeto seria o padrão de desenvolvimento ágil.

3.6.2 Recursos envolvidos no desenvolvimento

Hardware

- Processador: Intel Core i7 2,4 GHz
- Memória RAM: 8 GB
- Placa gráfica: NVIDIA GeForce GT 650M

Software

- Blender: aplicação de modelação 3D, para modelação e edição dos cenários e dos humanos virtuais. Versão utilizada: 2.72. (http://www.blender.org)
- Autodesk Maya: aplicação de modelação 3D, animação dos personagens virtuais, versão gratuita para uso académico. (http://www.autodesk.com)
- Unity3D: *game-engine*, utilizado principalmente para o desenvolvimento de videojogos, em que neste caso vai ser utilizado para o desenvolvimento da aplicação, incorporando os modelos 3D importados do blender. (https://unity3d.com)
- Daz, Mixamo Fuse, MakeHuman: aplicações para a criação de humanos virtuais, com uma variedade de atributos e caraterísticas que podem ser alterados.
- CrazyBump: aplicação utilizada para a criação ou edição de por exemplo *normal maps* ou *specular maps*, dando como input uma imagem.

3.6.3 Planeamento e calendarização

De forma a poder distribuir o tempo disponível para que no final se apresentasse um produto perfeitamente funcional e testado com utilizadores, fez-se uma calendarização de todas as etapas do seu desenvolvimento com os respetivos prazos.

Fase 1 – 1 de Outubro a 30 de Novembro:

- Análise de requisitos;
- Recolha e análise de trabalho relacionado;
- Escolha das ferramentas de *software* a adotar para o desenvolvimento;
- Especificação e desenho detalhado da solução a implementar;
- Escrita do relatório preliminar.

Fase 2 – 30 de Novembro a 30 de Abril:

- Desenvolvimento do sistema de forma iterativa;
- Testes de usabilidade com utilizadores.

Fase 3 – 30 Abril a 30 de Maio

- Correções de erros encontrados durante os testes;

- Últimas afinações ao sistema;
- Teste com utilizadores (estagiários).

Fase 4 – 30 Maio a 30 de Junho:

- Produção do manual técnico;
- Produção do manual de utilização;
- Escrita do Relatório de PEI.

Ao longo do desenvolvimento, os prazos para cada atividade foram, de modo geral, cumpridos.

A tarefa que inicialmente mais tempo ocupou e que poderia ter posto em causa as restantes fases foi a fase 2. Nesta fase, houve um grande desafio, a implementação da fala nos personagens virtuais, que se revelou ser mais complexa do que se esperava.

Devido ao atraso das respostas aos questionários por parte dos estagiários, houve um ligeiro atraso na escrita deste documento o que levou a um pequeno adiamento na sua data de entrega prevista.

3.7 Conclusão do capítulo

Neste capítulo, foi brevemente descrita a solução, descreveram-se os requisitos, a arquitetura da solução e apresentou-se o planeamento.

No próximo capítulo, é apresentada a ferramenta desenvolvida, assim como os detalhes da sua implementação e decisões que foram tomadas no seu desenvolvimento.

Capítulo 4

Implementação

Neste capítulo, descrevem-se os detalhes da implementação da Virtual Pharmacy, apresentam-se os principais desafios enfrentados e justificam-se as decisões que foram tomadas ao longo do seu desenvolvimento.

4.1 Humanos Virtuais

De forma a ter HV no papel de pacientes que fossem o mais realistas possíveis, não só ao nível da sua aparência como também ao nível das suas animações corporais e faciais, houve vários fatores que se tiveram de ter em conta, nomeadamente a sua geometria, textura e a utilização de técnicas de *rendering*.

Tendo em mente o requisito de que as personagens fossem o mais realistas possíveis, existiram três opções que se poderiam seguir: I) modelar de raiz as personagens, opção por exigir habilidade artística, uma capacidade não avaliável no âmbito deste trabalho, razão pela qual foi descartada; II) gerar o modelo do humano virtual, através da um *software* para este efeito; III) utilizar modelos gratuitos disponíveis na internet, uma vez que o projeto não tinha orçamento para adquirir modelos comerciais.

Ao procurar soluções para esta abordagem surgiu uma ferramenta que parecia dar resposta ao que era necessário, o Virtual Human Toolkit.

Desenvolvida pela USC Intitute for Creative Technologies, o Virtual Human Toolkit (VHT) é uma coleção de módulos, ferramentas e bibliotecas desenhadas para ajudar e dar suporte a investigadores na criação de humanos virtuais, dando suporte para lhes associar vários tipos de animação verbal, não-verbal e movimento, permitido também a sincronização de falas.

Esta descrição dava indícios de que as funcionalidades desta seriam uma grande ajuda, principalmente porque poderia ser utilizado no Unity3D. No entanto, o seu uso relevou-se demasiado complexo, requerendo a instalação de uma grande quantidade de aplicações externas para o seu correto funcionamento, assim como de algumas restrições na adição de novos humanos virtuais

4.1.1 Criação dos Humanos Virtuais

Descarta a hipótese de usar o VHT e tendo em conta a natureza deste projeto (e o seu tempo limitado), optou-se pela segunda opção, a utilização de um software para a geração dos humanos virtuais, pois esta opção apresentava algumas vantagens, nomeadamente em relação à terceira opção, como, por exemplo, o nível de personalização das personagens e a possibilidade de definir algumas das expressões faciais necessárias.

Para a geração das personagens, foram consideradas três ferramentas gratuitas, MakeHuman, Mixamo Fuse e DazStudio, todas com as suas vantagens e desvantagens.

O *software* MakeHuman foi descartado, pois as suas personagens virtuais apresentavam uma aparência muito genérica, ou seja, os resultados das várias gerações feitas eram muito semelhantes, além de as proporções do corpo não aparentarem ser as mais corretas, deixando, assim, a escolha entre o Mixamo Fuse e o DazStudio.

Primeiramente, as personagens utilizadas foram geradas a partir Mixamo Fuse, pois apresentava melhores resultados que o MakeHuman. Entretanto, durante o desenvolvimento do projeto e ainda em tempo útil, o DazStudio ficou disponível de forma gratuita. Este *software* apresentava vantagens relativamente aos dois anteriores, nomeadamente a possibilidade de definir as posições dos lábios de forma obter os visemas pretendidos (explicação na secção 4.1.2). Esta característica, só por si, fez com que se optasse por usar os modelos produzidos por este *software*.

Adicionalmente, as personagens geradas a partir do DazStudio apresentam resultados muito mais realistas, sendo a resolução máxima das texturas das personagens de 4096x4096, o que corresponde a duas vezes a resolução do Mixamo Fuse (2048x2048) e quatro vezes a resolução do MakeHuman (1024x1024). Além de disponibilizar modelos de aparência realista, o DazStudio contém uma gama de características personalizáveis das personagens muito superior à das outras duas ferramentas, permitindo desta forma gerar personagens muito mais distintos.

Assim, as personagens que se encontram na versão final da aplicação foram geradas através do DazStudio. Foram geradas quatros personagens, duas do género masculino e duas do género feminino, contemplando em cada género, duas faixas etárias distintas (jovem e idoso), de acordo com os requisitos estipulados inicialmente.

Geometria das personagens

A geometria é um dos fatores importantes porque um modelo de um humano virtual com um grande número de polígonos permite uma maior definição das formas, especialmente na forma das expressões faciais, que, no caso deste projeto, é um dos fatores em foco. No entanto, este grande número de polígonos é um dos aspetos em que se deve ter cuidado quando se está a desenvolver para sistemas que geram a imagem em tempo de real, visto que uma geometria muito complexa irá afetar de forma negativa o desempenho da aplicação, requerendo, assim, uma maior capacidade de GPU.

Assim, quanto ao nível da geometria dos humanos virtuais, estavam a ser utilizados na primeira versão do protótipo cerca de 16 mil vértices para geometria da cabeça e cerca de 20 mil vértices para o resto do corpo. No entanto, na versão final da aplicação, de forma melhorar o desempenho, a geometria dos HV foi reduzida para cerca de 21 mil vértices para todo o corpo do HV, sendo que com estas configurações se observou no Unity3D que as animações ficaram significativamente mais fluidas.

Uma das melhorias que se pretendia fazer nos HV era aumento de polígonos da geometria da face para ter uma melhor definição das expressões. Contudo, este aumento iria prejudicar o desempenho das animações faciais, exigindo uma GPU com um poder computacional maior, limitando, por conseguinte, a compatibilidade da aplicação em equipamentos vulgares.

A solução adotada foi de complementar a textura da face com um *normal map* (explicado mais adiante), simulando algumas irregularidades sem ser necessário o aumento do número de vértices.

4.1.2 Animação e expressões nos Humanos Virtuais

Para a realização das animações nos personagens, foram utilizadas duas técnicas diferentes de animação: *Morphing Target* e uma outra técnica mais convencional que utiliza um esqueleto.

A técnica de *Morphing Target* foi utilizada para realizar as animações faciais, nomeadamente as expressões e a animação da fala, enquanto que, para a animação dos movimentos corporais, foi utilizado um esqueleto.

Para a animação do esqueleto, recorreu-se a uma biblioteca de animações obtidas através da captura de movimentos[3] que se encontra disponível de forma gratuita na loja do Unity3D. Nesta biblioteca, existem vários tipos de animações, desde animações de locomoção até a animações de atividades do dia a dia.

Morphing Target – Blend Shapes ou *Shape Keys*

A técnica de *Morphing Target* para a produção de animações é uma técnica que se baseia na deformação de uma malha geométrica original, permitindo a deformação de uma *mesh*. As diferentes formas obtidas por deformação da *mesh* original são chamadas *morph targets*, mas também podem ser chamadas *blend shapes* ou *shape keys*, dependendo do *software*. No caso do Blender, as *morph targets* são chamadas *Shape Keys*, mas no Maya e no Unity3D, estas são chamadas *Blend Shapes*. Ao longo do texto são usadas estas três designações.

A transição de uma *morph target* para outra é feita através da interpolação das posições dos vértices [23]. Esta técnica é uma alternativa melhor que a utilização de um esqueleto para a criação de animações faciais, pois permite um maior controlo sobre a *mesh*. Assim, é possível criar expressões faciais mais bem definidas sem a necessidade de criar diferentes pesos de atuação dos ossos do esqueleto sobre as diferentes partes da *mesh*.

O maior controlo sobre a *mesh* permite definir a posição individual de cada vértice, o que não é possível fazer com o esqueleto devido às suas restrições. Uma outra vantagem é que é possível criar *morph targets* a partir da deformação causada pelo esqueleto.

No entanto, a utilização e o número de *morph targets* é limitado para um dado objeto, apresentando também algumas desvantagens, visto que na base da sua criação está a manipulação dos vértices da *mesh*. Assim, a animação de uma *morph target* para outra *morph target* (*morphing*) é mais custosa a nível de recursos computacionais do que em comparação com a utilização de um esqueleto, porque a posição de cada vértice da *mesh* tem de ser calculada.

Criação das *Morph Targets* no Blender

No primeiro protótipo da aplicação, fizeram-se testes para demonstrar como a animação das *blend shapes* se poderiam efetuar e, antes de o *software* DazStudio ficar

[3] https://www.assetstore.unity3d.com/en/#!/content/19991

disponível de forma gratuita, a criação das *Morph Targets* foi realizada de forma manual apenas para uma personagem, visto que este é um processo demorado e requer técnica apurada.

Como foi explicado anteriormente, as *Morph Targets* correspondem a diferentes deformações de uma *mesh* original.

No caso deste projeto, para a criação das expressões faciais das personagens virtuais foram criadas várias *morph targets*, cada uma correspondendo a uma expressão.

Após ter o modelo 3D da cabeça (*mesh*) da personagem importado para o Blender, a malha correspondente à cabeça da personagem foi duplicada de forma a obter várias malhas (cabeças), (Figura 2) todas com a mesma expressão facial neutra. De seguida, em cada uma delas define-se uma das expressões faciais pretendidas, manipulando os vértices (Figura 3).

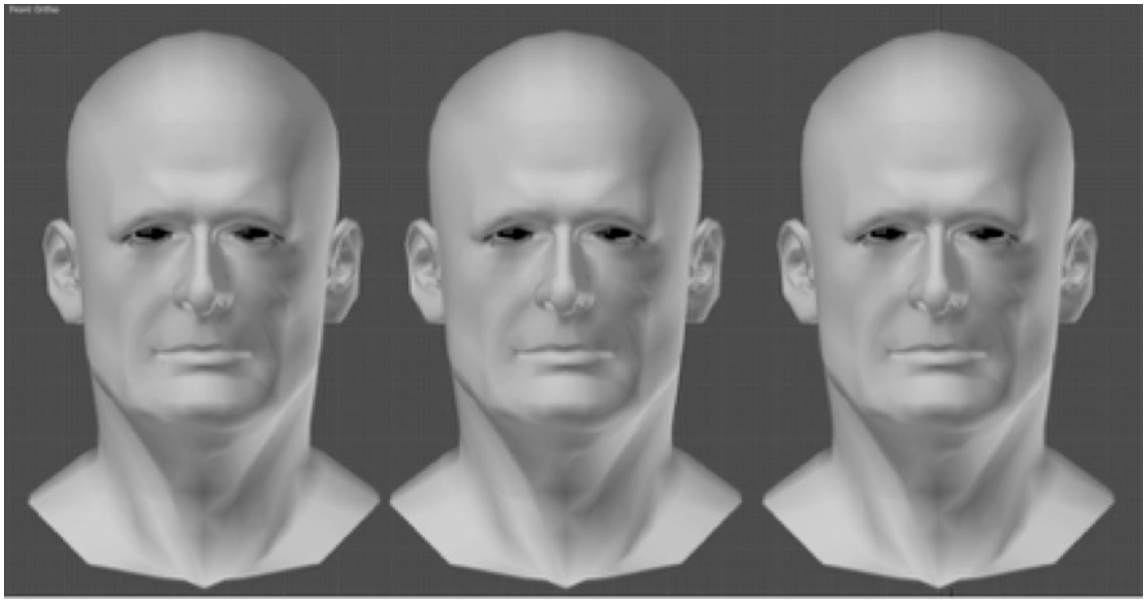


Figura 2 Duplicação da mesh original.

Esta manipulação foi feita através das ferramentas disponibilizadas pelo Blender, nomeadamente o *Grab* com a opção *proportional editing,* o que permite a movimentação de um conjunto de vértices de forma proporcional, não criando, assim, vincos acentuados na mesh. Também foi utilizado o modo escultura do Blender, que permite a manipulação de vértices de uma forma mais refinada do que o *Grab*.

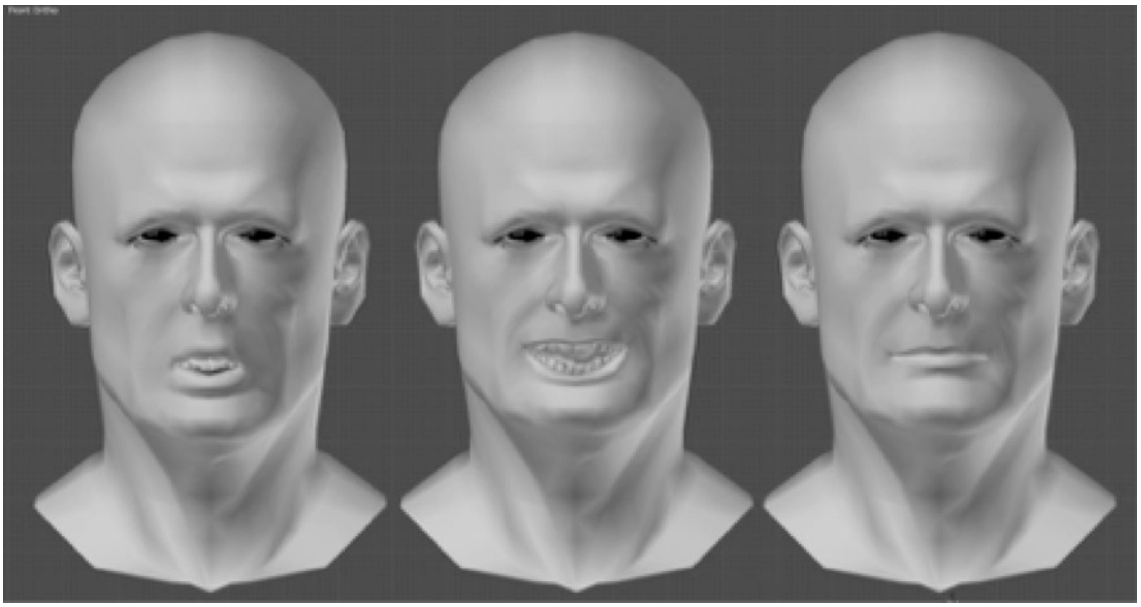


Figura 3 Resultado da manipulação dos vértices da mesh.

Um ponto muito importante a ter em atenção diz respeito à geometria da face, ou seja, ao número de vértices. Aquando da criação das várias formas das expressões nas diferentes *meshs* (cabeças), o número de vértices não deverá ser alterado, ou seja, o número de vértices tem que ser obrigatoriamente o mesmo nas diferentes *meshs*, caso contrário este método não resultará.

Depois de criadas todas as formas das expressões em cada uma das *meshs*, é necessário juntá-las numa única *mesh*, de modo a ter como resultado final uma única *mesh* que represente a personagem com todas as expressões (deformações) e que posteriormente podem ser controladas a partir de vários *sliders*. Esta junção é uma tarefa simples de fazer. Primeiro, seleciona-se a *mesh* deformada (com a expressão) e a *mesh* original (*mesh* com a expressão neutra) e, de seguida, seleciona-se a opção do Blender "*Join as Shapes*", ficando a *mesh* original com a deformação da outra. É neste momento da junção que, caso o número de vértices não seja o mesmo nas duas *meshs,* irá ocorrer um erro, não podendo, assim, continuar esta operação. Este processo deve ser repetido para as restantes expressões, sempre selecionando primeiro a *mesh* deformada e de seguida a *mesh* original, para desta forma a *mesh* original ir ficando com todas as deformações. À medida que as junções são juntas, as *meshes* com as expressões podem ser eliminadas.

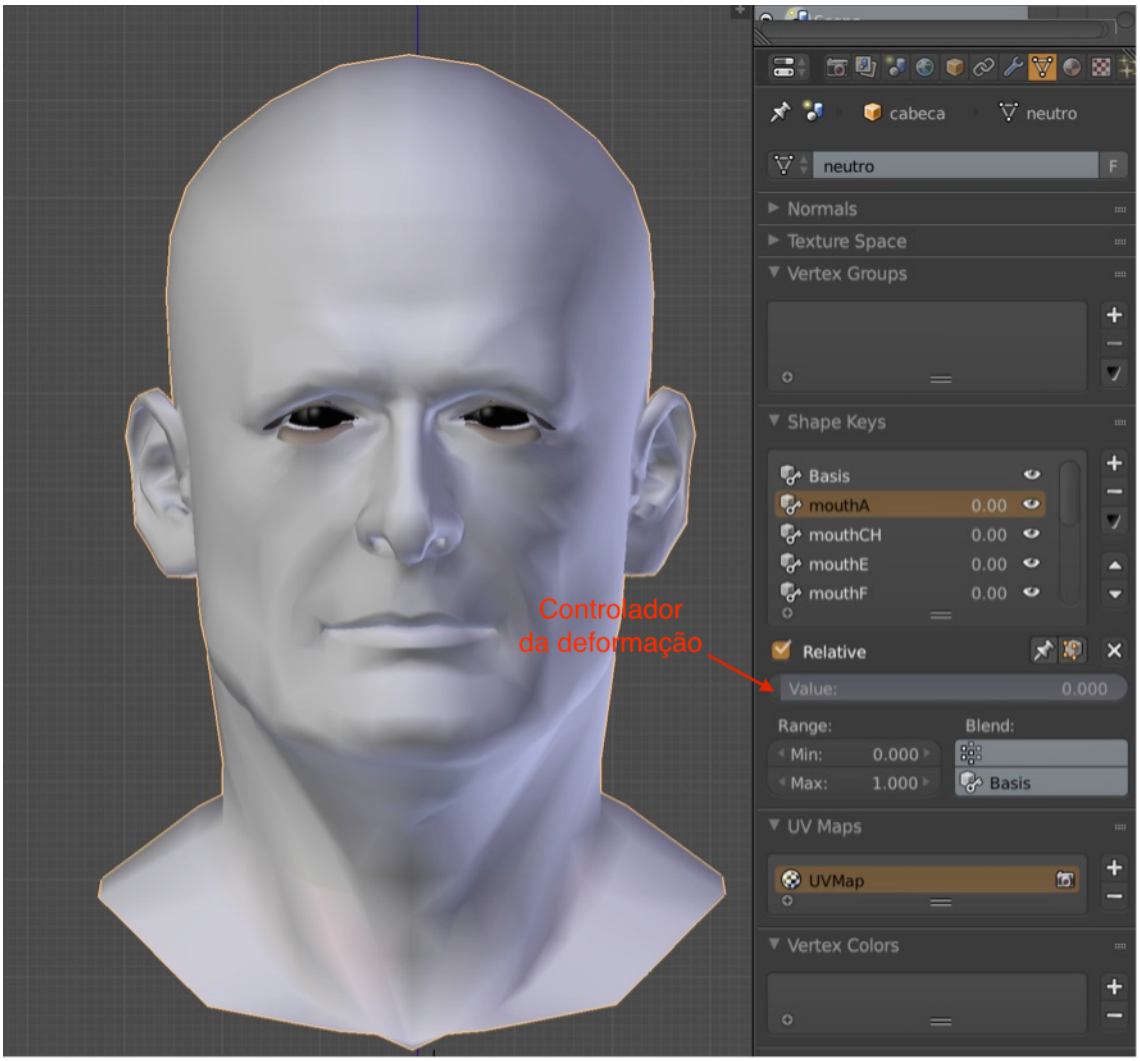


Figura 4 Mesh original com as várias deformações, que podem ser controladas individualmente através de um slider (controlador da deformação) selecionando para isso a deformação pretendida.

Na Figura 4, no lado direto da imagem é possível verificar as deformações que a *mesh* contém. Esta informação encontra-se na secção "*Shape Keys*", onde é possível verificar que existe a deformação "*Basis*" que corresponde à expressão neutra e de seguida a deformação "*mouthA*" que corresponde à posição que os lábios formam para produzir o visema "A". Todas esta deformações podem ser controladas, bastando para isso selecionar a deformação pretendida e alterar o valor do *slider* que se encontra imediatamente abaixo e em que o seu valor varia entre 0 e 1, sendo que o 0 não altera nada e à medida que se vai aumentado este valor, a *mesh* vai sendo cada vez mais deformada até atingir a deformação selecionada.

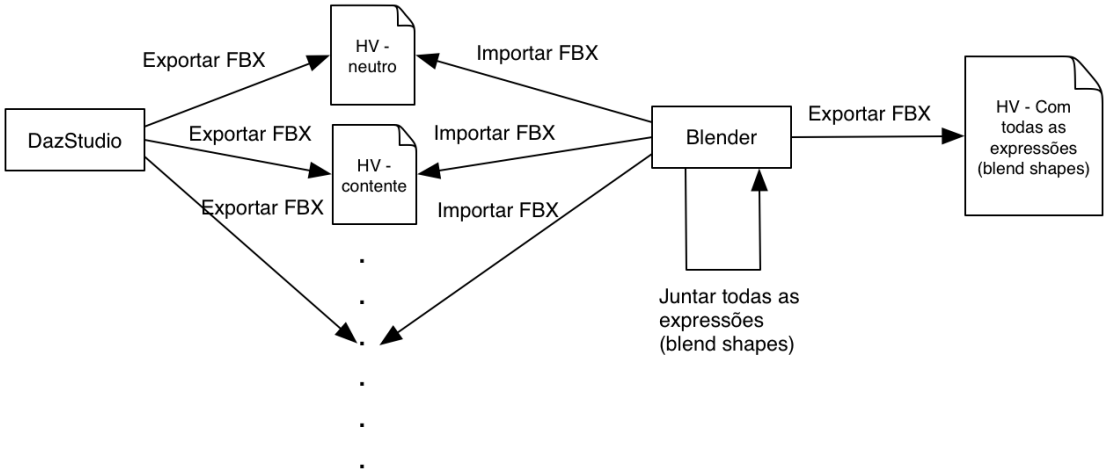


Figura 5 Pipeline de criação de personagens e de importação (Parte I).

Depois de o *software* DazStudio ficar disponível de forma gratuita, todo este processo de criação das deformações ficou simplificado, não sendo necessário como no processo anterior a manipulação manual dos vértices da *mesh* de forma a obter deformação pretendida (Figura 5).

O DazStudio já continha as expressões e visemas necessários para o desenvolvimento da aplicação e que poderiam ser definidos através do deslocamento de *sliders* (Figura 6).

Assim, o processo de criação das *Shape Keys* passou por no DazStudio definir a expressão pretendida e exportá-la para um ficheiro com formato fbx. Este processo foi repetido para a criação das diferentes deformações pretendidas, sendo que no final, para cada personagem, existiam 20 ficheiros com o formato *fbx* e em cada um destes ficheiros há apenas uma deformação, que corresponde a uma expressão ou visema (Figura 7).

Todos estes ficheiros *fbx* foram importados para o Blender e todas estas deformações foram agregadas a uma única *mesh*, (Figura 8), de acordo com o processo descrito anteriormente.

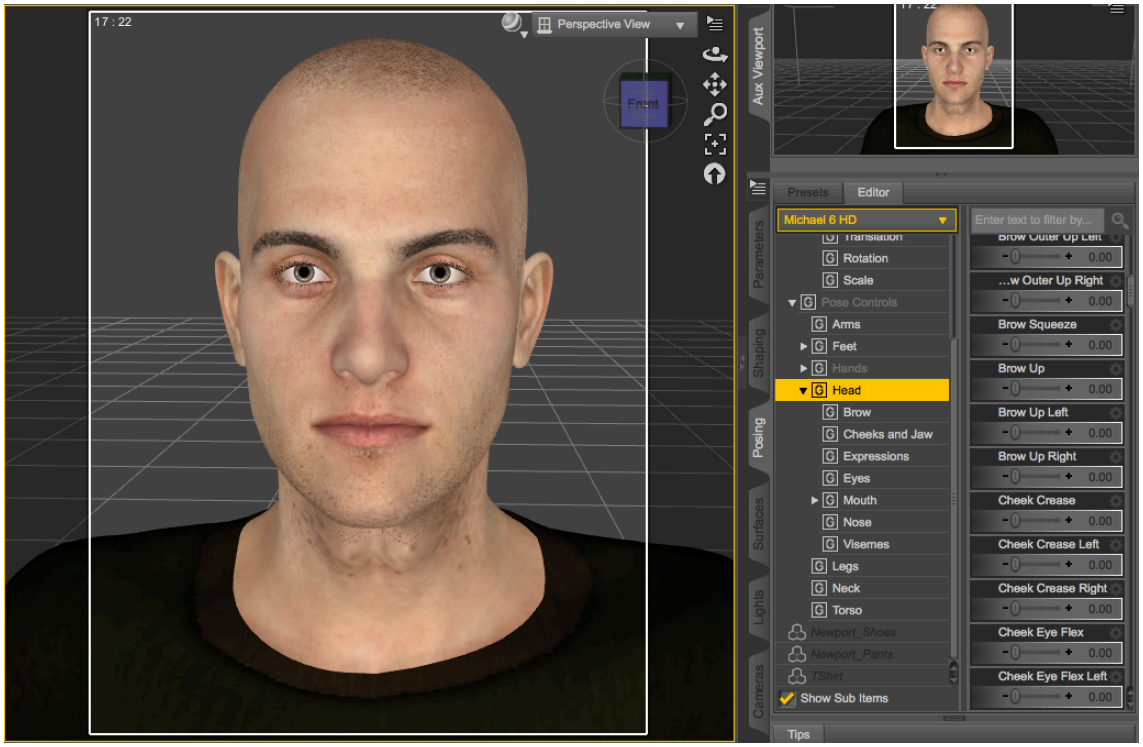


Figura 6 DazStudio, sliders para definir as deformações no lado direito.

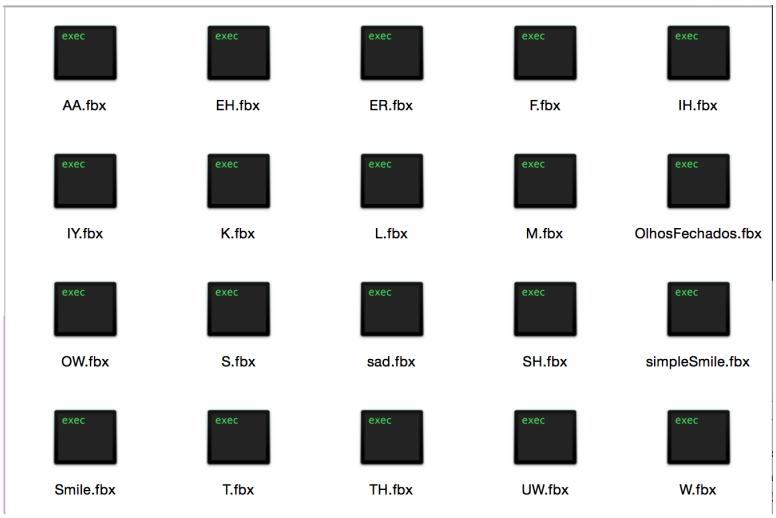


Figura 7 Ficheiros individuais com as expressões pretendidas exportadas do DazStudio, apenas para um personagem.

Ao realizar estas junções é importante que em todos os personagens se comece primeiro por juntar todos os *visemas*, e todos pela mesma ordem, devido à forma como método de animação da fala é implementado. Este processo foi realizado para os 4 personagens presentes na versão final da Virtual Pharamcy (Figura 8).

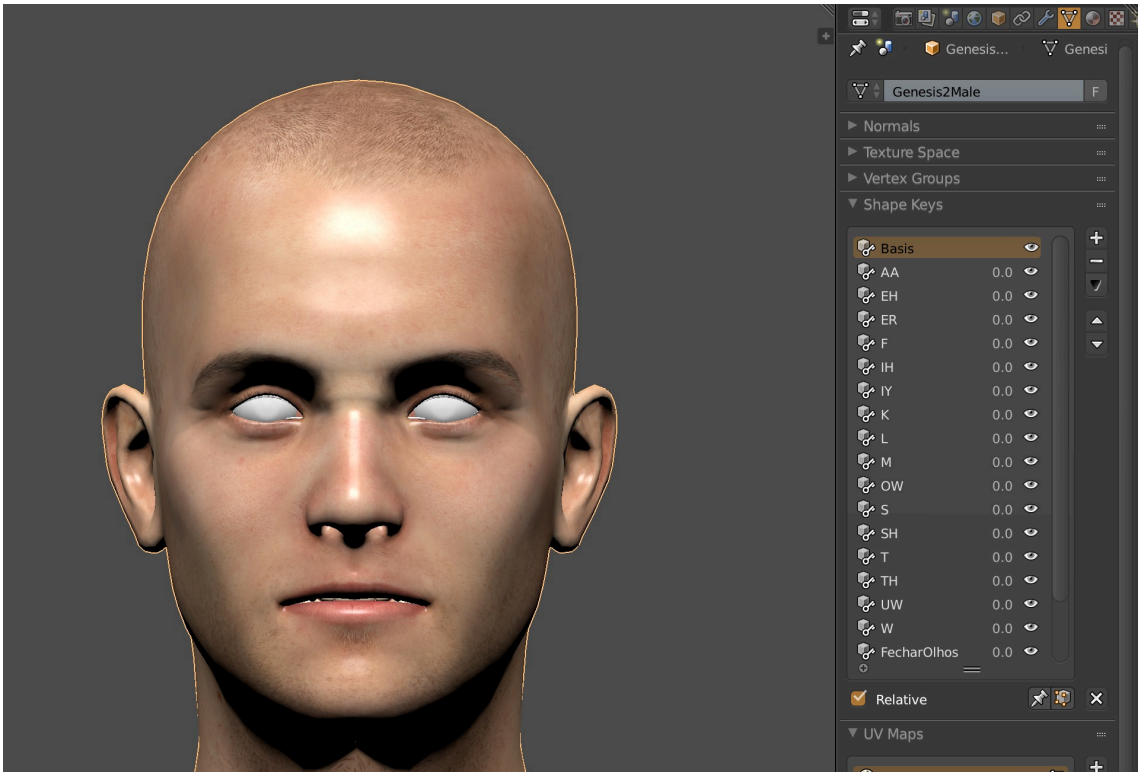


Figura 8 Resultado da junção de todas as deformações no Blender.

4.1.3 Texturas

A textura dos humanos virtuais é um dos pontos chave no que diz respeito ao seu realismo, mas a aplicação de uma simples textura não é muitas vezes suficiente, sendo necessário recorrer a vários tipos técnicas de texturização e *rendering* para recriar a superfície dos materiais envolvidos de uma forma próxima da realidade.

A abordagem mais simples e que normalmente é a mais utilizada passa pela utilização de um *diffuse map* ou *color map*, de um *normal map* e de um *specular map*.

Figura 9 Da esquerda para a direita: diffuse map, normal map e specular map.

Diffuse Map/Color Map

Tratam-se de texturas que são utilizadas para definir a cor principal da superfície do objeto (Figura 9).

Normal Mapping

Trata-se de uma técnica que permite adicionar detalhes, como, por exemplo, adicionar irregularidades, sem ter que se aumentar o número de vértices, ou seja, dá a ilusão de que a geometria do objeto aparenta ser mais complexa do que aquela que é na realidade. Este efeito é conseguido através da manipulação dos valores das normais à superfície (Figura 9).

Specular Mapping

Os *specular maps* são utilizados para definir o brilho da superfície do objeto e normalmente são apresentados numa escala de cinzentos, do preto ao branco, em que quanto mais branco for mais brilhante o objeto irá parecer.

Assim, superfícies como a madeira tendem a ter um *specular map* bastante escuro, pois são superfícies pouco brilhantes ou refletoras (Figura 9).

Outras técnicas

Existem ainda mais técnicas que podem ser utilizadas, como o *Displacement Mapping* ou *Occlusion Mapping*. No entanto, as descritas acima são as mais conhecidas e foram aquelas que foram empregues no projeto.

4.1.4 Simulação das características da pele nos humanos virtuais

A pele dos humanos virtuais é difícil de recriar, visto que contém muitas características visuais a que nós, como observadores, somos particularmente sensíveis.

Um modelo com uma aparência realista da pela deve incluir rugas, poros, sardas, cicatrizes, entre outros, que, através das novas tecnologias de *scanning 3D,* é possível obter um modelo com todas estas características. No entanto, quando, ao fazer o *rendering* desse mesmo modelo, o resultado apresentado não é totalmente realista, falta simular o comportamento da luz (absorção e reflexão) nas camadas que se encontram abaixo da superfície da pele. A este processo dá-se o nome de *Subsurface scattering*.

A utilização do *diffuse map* juntamente com o *normal map* e *speclura map* tornam-se insuficientes para simular uma pele realista, devendo-se também ter em conta as camadas que se encontram por debaixo desta.

Subsurface scattering

Trata-se de uma técnica de *rendering* em que os feixes de luz, ao incidirem no objeto, atravessam a sua superfície não sendo refletidos de imediato. Este fenómeno tende a ocorrer em materiais orgânicos ou que não são totalmente opacos. No caso da pele, os raios de luz tendem a atravessar a sua superfície até as camadas mais interiores (entranhas), onde os raios são dispersos, tomando a cor destas e saindo por uma localização diferente à de entrada.

Com o objetivo de demonstrar esta técnica, foram realizados alguns testes no Blender, para que posteriormente estes fossem aplicados no Unity3D.

Foram criados no Blender três materiais com o objetivo de simular as três camadas abaixo da superfície da pele. A mais profunda diz respeito às "entranhas" (carne) e apresenta uma cor mais avermelhada. De seguida, temos a camada onde se encontra a gordura e que apresenta uma cor mais amarelada e, por fim, a epiderme, que contém uma cor mais rosada, mais próxima da cor da pele.

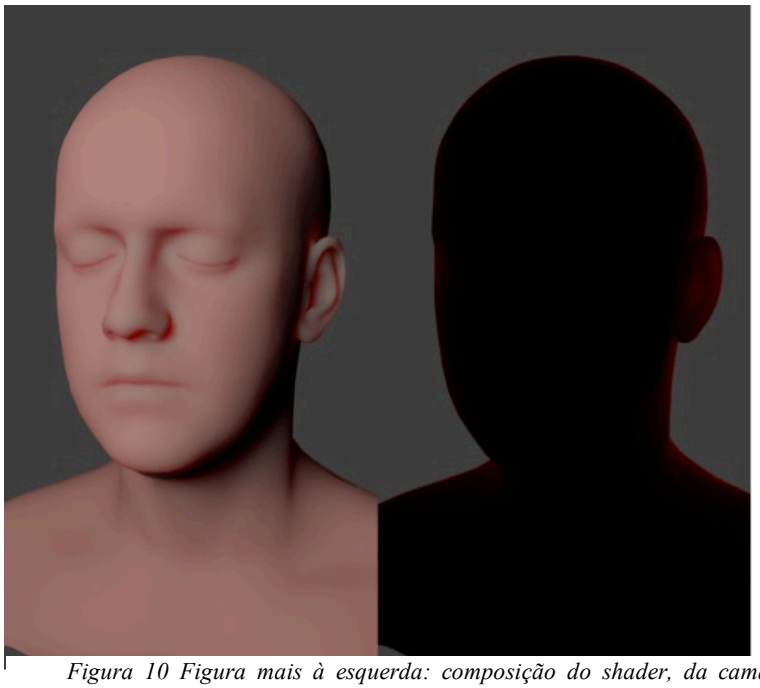


Figura 10 Figura mais à esquerda: composição do shader, da camada inferiores à pele. Figura mais à direita: efeito translúcido provocado pela camada mais inferior.

Na Figura 10, está representado o resultado da junção das três camadas mencionadas acima. Nesta figura, é possível verificar-se (principalmente na orelha) que existe uma reflexão da cor vermelha, devido à camada mais profunda (carne), dando um efeito translúcido, visto que se trata de uma zona mais fina. Na vida real, este efeito pode ser observado quando é projetada uma luz vinda de trás, por exemplo, colocando uma luz atrás da mão os dedos apresentam uma cor avermelhada.

Através deste tipo de *shaders* (materiais), pretende-se tentar aproximar a pele dos humanos virtuais às características reais da pele.

Na Figura 11, podemos verificar a progressão da utilização das diferentes técnicas de texturização descritas na secção 4.1.3 , juntamente com técnica de *subsurface scattering* aqui descrita. O local em que esta técnica é mais visível é na zona da orelha; o nariz e as sombras em geral apresentam um aspeto mais *soft*.

Figura 11 Da esquerda para a direita a imagens contém: difuse map, diffuse map + normal map, diffuse map + norma map + specular map, e finalmente os maps anteriores mais as camadas interiores à pele.

4.1.5 Do Blender para o Unity3D

Finalizado todo o processo de criação das *Shapes Keys* no *Blender*, a *mesh* com todas as deformações pretendidas tem que ser exportada para o motor de jogo Unity3D. Para se poder utilizar esta *mesh* com todas as deformações no Unity3D, é necessário através do Blender exportar a *mesh* para o formato fbx como ilustrado na Figura 5. Caso a *mesh* seja exportada para o formato *.obj,* toda a informação acerca das deformações (*Shape Keys*) é perdida, pois este formato não suporta esta informação.

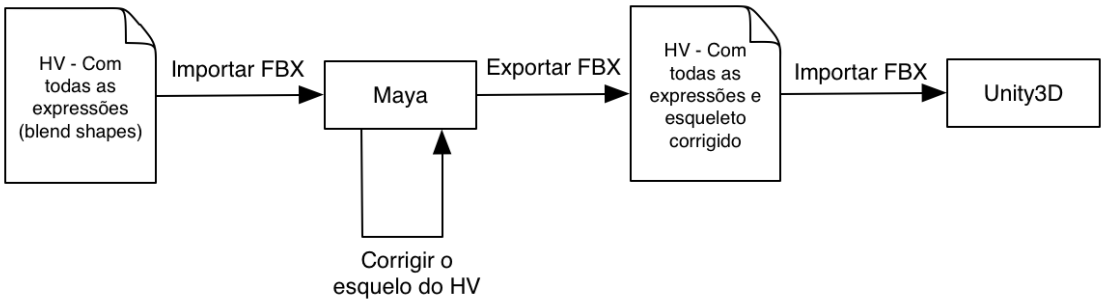


Figura 12 Pipeline de criação de personagens e de importação (Parte II).

Antes de importar a *mesh* para o Unity3D, teve de se fazer um passo extra, uma vez que o Blender não é compatível com o formato do esqueleto do DazStudio. Esta incompatibilidade apresentava um problema, pois o esqueleto era necessário para os movimentos corporais do personagem. Então, a solução passou por utilizar um outro *software*, o Maya3D, que se encontra disponível gratuitamente para estudantes. Uma vez que o Maya3D é compatível com o formato do esqueleto do DazStudio, a solução passou por, com Maya, importar o ficheiro *fbx* em que HV continha apenas a expressão neutra e de seguida importar o ficheiro resultante da exportação do Blender que contém o HV com todas as deformações e que diz respeito à personagem em questão. De seguida, o Maya substitui a *mesh* do HV pela *mesh* com todas as deformações, mantendo o esqueleto. Esta substituição acontece, pois ambas as *meshs* do HV têm o mesmo nome, resultando assim numa personagem com o esqueleto e com a *mesh* com todas as deformações. Este processo foi realizado para as 4 personagens, sendo que no fim, cada uma foi exportada para o formato *fbx* através do Maya (Figura 12).

Após ter a *mesh* no formato *fbx* resultante da exportação do Maya, esta teve que ser importada para o Unity3D, bastando arrastar o ficheiro *fbx* para a área de *Assets* do Unity3D. Ao efetuar a importação, deve-se ter atenção às configurações de importação Unity3D, sendo que, na Figura 14, se deve ter a opção "*Import BlendShapes*" ativa e o tipo de "*Rig*", ou seja, o tipo de esqueleto deve ser "*Humanoid*", pois só desta forma é que as animações corporais da biblioteca funcionarão.

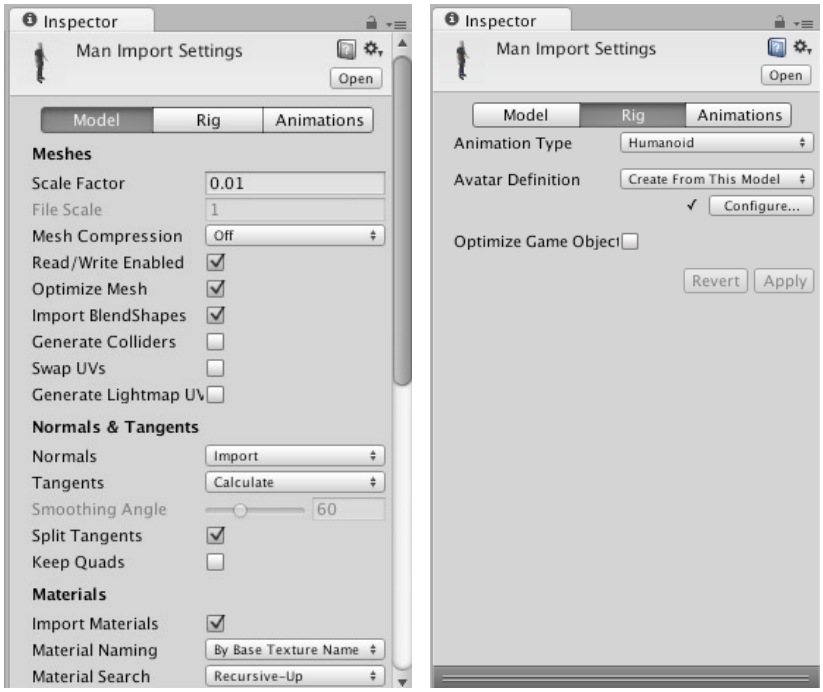


Figura 14 Configuração de importação do Unity3D.

Depois de importado e após colocar o HV na cena, o Unity3D apresenta a *mesh* do HV como *Skinned Mesh Renderer* e é aqui que podem ser encontradas todas as *blend shapes* criadas no Blender, que podem ser controladas através da alteração dos valores que se encontram a zero na Figura 13. Ao contrário do que acontece no Blender em que os valores variam entre 0 e 1, no Unity3D estes valores variam entre 0 e 100.

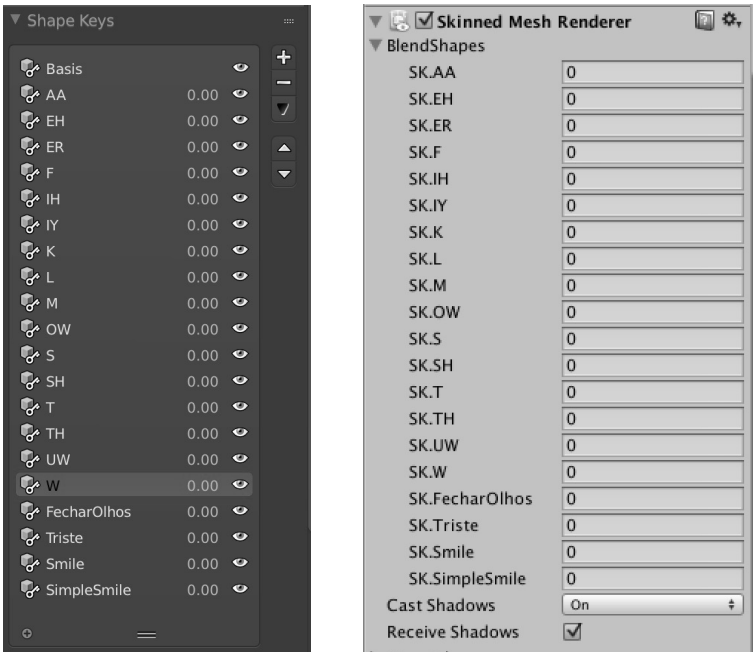


Figura 13 Da esquerda para a direita - Shape Keys definidas no Blender e Blend Shapes no Unty3D.

Texturas no Unity3D

Ao exportar os modelos para o Unity3D, os modelos apresentam-se com uma aparência diferente daquela que tinham no DazStudio, o que se deve principalmente ao facto de o Unity3D e o DazStudio utilizarem técnicas de *rendering* diferentes e também ao facto de ambos terem objetivos diferentes: enquanto o Unity3D tem como finalidade o desenvolvimento de videojogos em que o *rendering* dos objetos e da cena é feita em tempo real, o DazStudio apenas está preparado para fazer *rendering* de objetos ou cenas em que esta não é feita em tempo real, podendo levar horas até à sua conclusão, mas com resultados mais realistas.

4.2 Virtual Pharmacy

A Virtual Pharmacy inclui duas aplicações, a VP_SIM e a VP_Office.

A VP_SIM tem como objetivo simular várias situações de automedicação e é destinada a alunos. Em cada situação, um HV desempenha o papel de doente e o estudante que desempenha o papel de farmacêutico tem que interagir com o HV. A interação do aluno com o HV é feita através da seleção de várias opções que vão aparecendo na interface da VP_SIM, em que o aluno deverá escolher aquela que melhor se adequa naquele dado momento. Por outro lado, o HV interage com o aluno através de fala sintetizada com a respetiva movimentação da boca, movimentos corporais e expressões faciais.

A VP_SIM suporta dois modos de funcionamento, um de treino e outro de avaliação. A principal diferença entre os dois modos reside na informação que é mostrada ao aluno. A versão de treino, além de conter todas as funcionalidades da versão de avaliação, como resolver as várias situações e consultar o histórico, permite também ao aluno, no final de cada resolução, saber as questões que errou e as quais eram neste caso as respostas corretas. Também lhe é possível consultar elementos de estudo adicionais sobre as várias situações passíveis de automedicação, nomeadamente informações sobre medicação, circulares informativas, protocolos, entre outras. Estas informações podem ser na forma de documentos (por exemplo, *pdfs* e *docx*) ou *links* para outros recursos (por exemplo, Moodle).

Uma outra diferença entre as duas versões está no facto de a versão de avaliação registar no final da resolução de cada situação a atividade do aluno na base de dados de forma a ficar disponível para o professor consultar. Na versão de treino, esta informação apenas é guardada localmente, num ficheiro.

A VP_Office é uma aplicação *Web* que se destina a apoiar o trabalho do professor e permite gerir os conteúdos da VP_SIM (situações de automedicações e elementos de estudo). Nela, é possível criar novas situações de automedicação através da definição de um grafo, em que são criados vários tipos de nós ligados entre si que representam as falas do HV e as escolhas que o aluno poderá selecionar. Este grafo diz respeito a todo o diálogo entre o HV e o aluno e pode ser carregado para a base de dados através da VP_Office, de modo a ficar disponível para os alunos na VP_SIM.

Na VP_Office, o professor pode também fazer o carregamento dos vários tipos de elementos de estudo, que posteriormente ficam disponíveis apenas na versão de treino da VP_SIM.

No que diz respeito ao diálogo, foi criada uma aplicação adicional auxiliar, o *Speech Generator*, que permite ao professor gerar as falas dos personagens para cada situação passível de automedicação. Informação adicional sobre uso do Speech Generator encontra-se no Apêndice C.

Nas secções seguintes, é explicado funcionamento e a implementação de cada uma destas componentes em mais detalhe.

4.2.1 Virtual Pharmacy Simulator - VP_SIM

A VP_SIM é uma aplicação interativa, desenvolvida com o Unity3D utilizado a linguagem de programação C#. Esta aplicação é compatível com os principais sistemas operativos (Mac, Windows, Linux), e tem duas vertentes, uma que se destina ao treino e a oura à avaliação dos alunos.

Interfaces iniciais

Assim que o aluno inicia a aplicação, é necessário realizar o seu registo, caso ainda não o tenha feito anteriormente. Neste registo o aluno indica o seu email, nome, password, género, data de nascimento e ocupação. Após completar o registo, o aluno fica na base de dados podendo então fazer o *login* na aplicação utilizado o seu *email* e *password.* Este registo é associado a todas as atividades realizadas pelo aluno na aplicação.

Uma vez que o Unity3D não oferece suporte direto para a comunicação com a base de dados, que neste caso é uma base de dados MySQL, foi necessária a utilização de um *plugin*, disponível através do site MySQL, compilado para c# para que possa ser

interpretado pelo Unity3D. Este *plugin* já contém as classes e métodos para realizar a comunicação com a base de dados.

Após o *login* na aplicação, são apresentadas ao aluno várias opções. Estas opções variam de acordo com a versão (avaliação ou treino)(Figura 15).

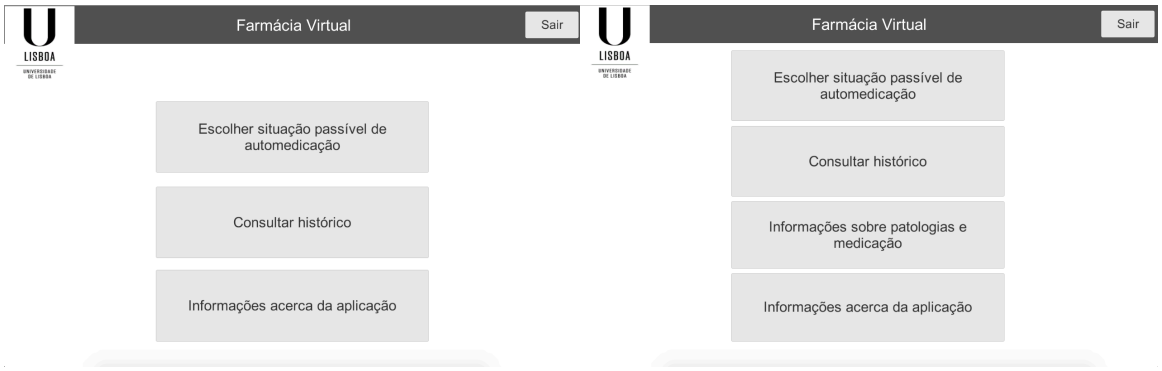


Figura 15 Menu principal da esquerda para a direita - versão de avaliação e versão de treino.

Ao escolher a opção "Escolher situação possível de automedicação", são apresentadas ao aluno as várias situações passíveis de automedicação disponíveis. Todas estas situações estão presentes na base de dados e são definidas pelo professor na aplicação *web* de VP_Office (explicada na secção seguinte).

Uma vez que o número de situações pode ser alterado ao longo do tempo, houve a necessidade de criar um método para colocar os elementos que representam as situações, de forma automática, na interface, pois o Unity3D não possui nenhum recurso que permita realizar esta tarefa automaticamente.

A abordagem tomada para a criação deste método no Unity3D passou primeiramente pela criação de um *prefab*.

O *prefab* é um objeto que atua como um *template* e que a partir do qual se podem criar novas instâncias deste objeto na cena. Também permite que sejam feitas alterações aos seus atributos assim que o objeto é instanciado.

Tirando partido dos elementos de interface de utilizador (UI) que passaram a estar disponíveis na versão 4.6 do Unity3D, definiu-se um *template* que é ligeiramente diferente nas duas versões da aplicação (Figura 16). Este *template* contém campos de texto e um botão. Os campos de texto identificados como "Titulo Text" e "New Text" dizem respeito respetivamente ao titulo da situação e a uma pequena descrição, no caso da versão de treino, e o botão serve para identificar qual o objeto selecionado.

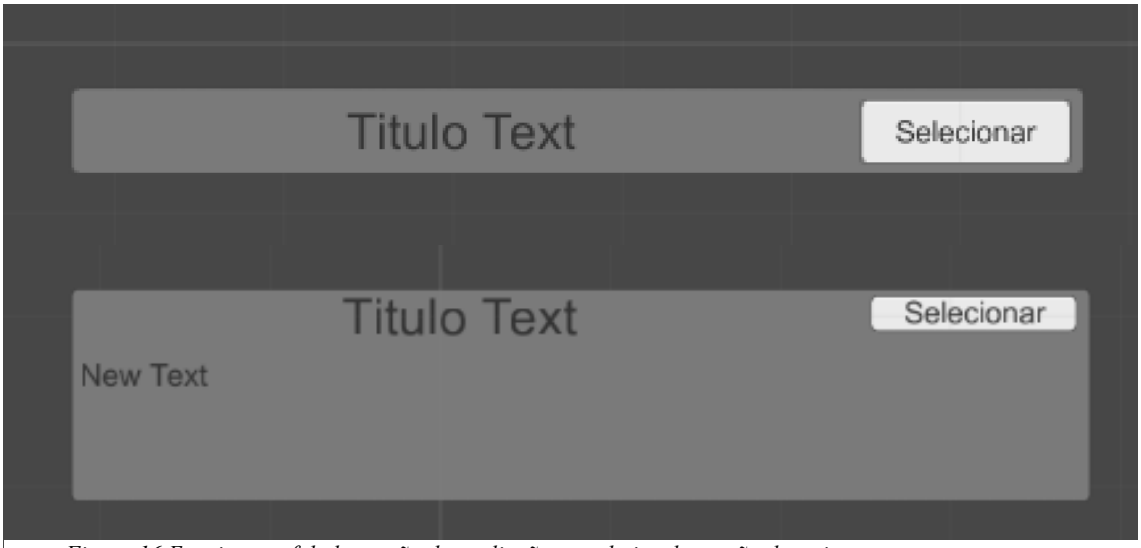


Figura 16 Em cima prefab da versão de avaliação e em baixo da versão de treino

As informações que vão preencher os campos dos *prefabs* estão guardadas na base de dados e são acedidas através de uma *query sql*.

Após a criação do *prefab* foi definida uma área através de um *panel* (elemento da UI) onde os estes *prefabs* vão ser gerados, e através de um *script* criado para o efeito, permite que eles sejam gerados de forma organizada dentro da área definida, criando se necessário um *scroller* de forma a navegar por todos os itens, (Figura 17).

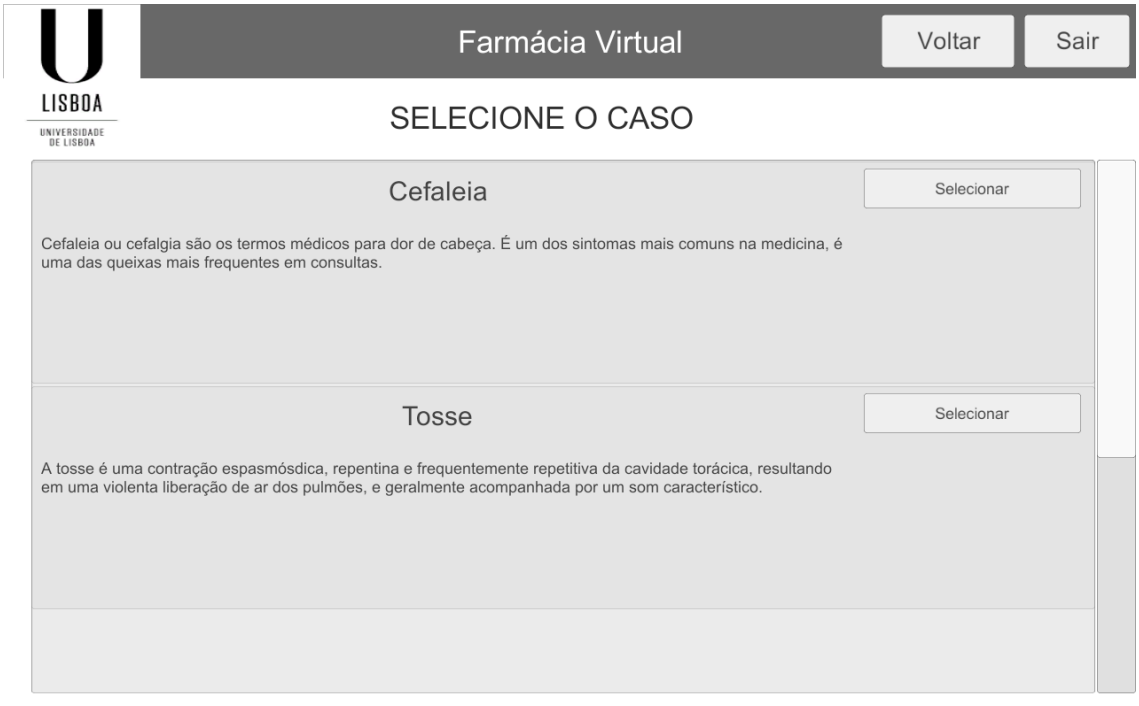

LISBOA
UNIVERSIDADE DE LISBOA
Farmácia Virtual
Voltar
Sair
SELECIONE O CASO
Cefaleia
Selecionar
Cefaleia ou cefalgia são os termos médicos para dor de cabeça. É um dos sintomas mais comuns na medicina, é uma das queixas mais frequentes em consultas.
Tosse
Selecionar
A tosse é uma contração espasmósdica, repentina e frequentemente repetitiva da cavidade torácica, resultando em uma violenta liberação de ar dos pulmões, e geralmente acompanhada por um som característico.

Figura 17 Seleção do caso (versão de treino).

Assim que o aluno escolhe a situação passível de automedicação que pretende resolver, são-lhe apresentados quatro personagens (pacientes), e ele deve escolher aquele que pretende usar na simulação que se vai seguir. A escolha também pode ser feita de forma aleatória (Figura 18).

Figura 18 Seleção do personagem.

Figura 19 Simulação da situação passível de automedicação. À direita surgem as 3 opções disponíveis para o aluno escolher.

A aplicação simula a situação de atendimento escolhida, num ambiente de farmácia comunitária no qual o HV escolhido anteriormente desempenha o papel de paciente, requerendo a assistência de um profissional de saúde (Figura 19).

O HV exibe movimentos corporais e comunica de forma verbal com os alunos, através de uma voz sintetizada sincronizada com os movimentos labiais da fala (mais detalhes na secção 4.3).

O estudante que está a utilizar a aplicação, encontra-se no papel de um farmacêutico atrás do balcão e comunica com o HV através da seleção de uma das três opções que lhe são dadas à escolha na interface. Cada conjunto de opções que vão sendo dadas ao utilizador incluem questões de forma a fazer uma avaliação ao paciente, ou alternativamente, podem ser recomendações sob a forma de prestação de informações, encaminhamento do paciente ou outras. Todas as opções atualmente disponíveis na aplicação foram definidas por professores de Comunicação em Saúde que acompanharam o projeto. De entre as três opções, existe uma completamente errada do ponto de vista técnico, uma correta na vertente técnica e de comunicação e uma terceira intermédia (Figura 19). Estas opções estão pontuadas de acordo com o seu nível de correção.

O decurso da simulação vai sendo guiado através das opções que vão sendo escolhidas pelo aluno, cujo o objetivo é obter a pontuação máxima selecionando sempre a opção mais correta em cada situação.

Personagens e cenários

Além da comunicação verbal, o HV também comunica de forma não-verbal através de animações corporais e através da mudança da sua expressão facial de forma a poder transmitir diversas emoções. As expressões que os HV possuem são: expressão neutra, contente e descontente (Figura 20).

No inicio da simulação o HV pode mostrar aleatoriamente uma expressão facial neutra ou descontente. Esta expressão vai sendo alterada no decurso da resolução da situação de acordo com as escolhas que vão sendo efetuadas pelo aluno, por exemplo, se o aluno estiver sempre a escolher a opção errada o HV fica desconte, se por outro lado o aluno estiver sempre a escolher a opção mais acertada o HV fica com uma expressão contente. Caso o aluno escolha a opção intermédia, o personagem mantém a sua expressão anterior.

Figura 20 O HV a mostrar as diferentes expressões faciais (da esquerda para a direita): a expressão neutra, contente e descontente.

De forma dar um realismo maior ao personagem este tem incorporados vários movimentos corporais tornando assim o personagem mais credível.

Para realizar os movimentos do personagem de forma automática foi desenvolvido um método que se encontra implementado no módulo "*Character Behavior Controller*" (uma das componentes da arquitetura da VP_SIM, ver Figura 1) e que consiste na análise da fala do personagem de forma a identificar palavras-chave podendo assim o personagem realizar os movimentos associados a essa fala. Por exemplo, se a fala do personagem for "Tenho uma dor de cabeça", este método irá processar esta fala de modo a encontrar a palavra "cabeça", que é uma das palavras-chave pré-definidas. Uma vez que encontrou uma das palavras-chave, enquanto o personagem reproduz a fala, este vai realizar a animação de levar a mão à cabeça. Na Tabela 2 enumeram-se os quatro conjuntos de palavras que têm animações associadas..

O cenário da farmácia por detrás do HV e a ordem das opções que o aluno pode escolher são mostradas de forma aleatória, para evitar o efeito *déjà vu* em utilizações subsequentes da aplicação.

Após realizada uma sequencia de interações com o HV, o aluno chega ao fim do caso, completando assim a sua consulta virtual.

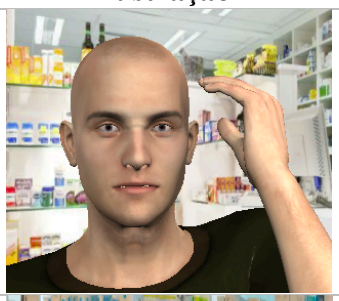
Palavra-chave	Descrição do movimento	Ilustração
Cabeça; Testa	**O personagem leva a mão à cabeça.**	
Deixe-me ver; pensar	**O personagem olha para baixo e para a esquerda, como se estivesse a pensar.**	
Não	**O personagem acena a cabeça em desacordo.**	
Peito; barriga	**O personagem leva a mão à zona do tronco.**	

Tabela 2 Palavra chave e movimento associado.

Informação sobre o desempenho

Assim que o aluno finaliza um caso, todas as escolhas efetuadas são guardadas localmente num ficheiro XML, e no caso da versão de avaliação são também guardadas na base de dados, assim como também é guardada a pontuação obtida, e o número de perguntas que acertou em cada fase do atendimento: abertura, avaliação, aconselhamento e fecho (ver próxima secção).

Surge então um ecrã com a informação sobre o desempenho que varia de acordo com a versão em utilização, no caso de ser a versão de avaliação, apenas é mostrado ao aluno o seu desempenho, a pontuação obtida em cada escolha efetuada através de um gráfico, o tempo de resolução do caso e o número de perguntas que acertou em cada fase do atendimento (Figura 21). No caso da versão de treino, além de ser mostrada a informação mostrada na versão de avaliação acerca do desempenho, é mostrado no lugar do gráfico, uma tabela onde o aluno pode ver que opções escolheu de forma correta ou incorreta (Figura 22). Caso tenha escolhido a opção errada, é-lhe indicada a opção correta que deveria ter escolhido.

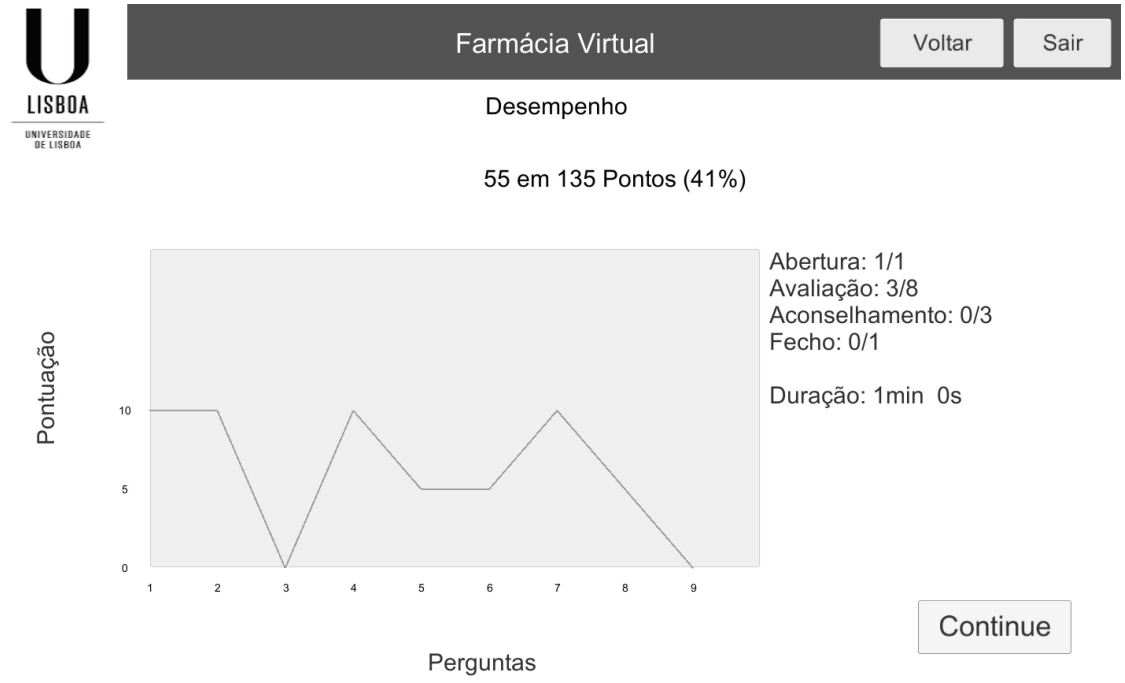


Figura 21 Fim da resolução (versão de avaliação).

Farmácia Virtual
Voltar
Sair
RESPOSTAS DADAS
Obteve 135 em 135 pontos (100%)
Personagem
Opção escolhida
Opção correta
.
Bom dia, em que lhe posso ser útil?
Queria alguma coisa para a dor de cabeça.
É para si?
Sim.
Por favor, descreva-me o que sente.
Dói-me a cabeça na testa e em cima. Mas não é uma dor latejante como a da minha irmã.
Numa escala de 0 a 10, como classificaria a intensidade da sua dor?
Deixe-me ver. Ah!. Cerca de 5.
Com que frequência costuma ter dores de cabeça?
Informação adicional:
Abertura: 1/1
Avaliação: 8/8
Aconselhamento: 3/3
Fecho: 1/1
Tempo: 2min 17s
Continuar

Figura 22 Fim de resolução (versão de treino).

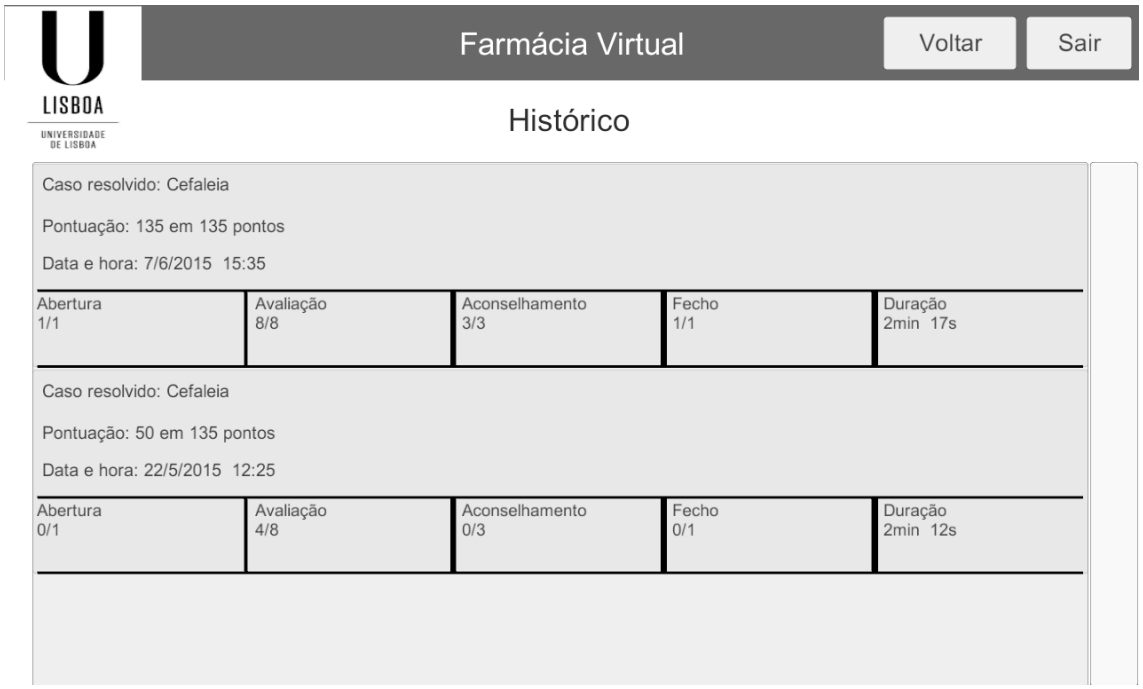


Figura 23 Menu de histórico de casos resolvidos.

Terminada a consulta virtual é guardada toda a informação relacionada com: as escolhas efetuadas pelo aluno; a pontuação global; o número de respostas certas em cada fase de atendimento (abertura, avaliação, aconselhamento e fecho).

Na versão de treino esta informação é guardada localmente, na versão de avaliação e guardada numa base de dados.

Ao carregar no botão "Continuar" é redirecionado para o menu principal, onde pode consultar o seu histórico (Figura 23).

Na versão de treino é possível consultar informações sobre as situações passíveis de automedicação através da opção "Informações sobre patologias e medicação". Após o aluno selecionar esta opção, o browser é iniciado abrindo uma página *web* (Figura 24). Nesta página o aluno pode selecionar a patologia acerca da qual pretende saber mais e aceder a conteúdos elucidativos, como vários documentos sobre medicação, circulares informativas, protocolos entre outros (Figura 25). Todos estes conteúdos são geridos pelo professor através da VP_Office, descrita na secção seguinte.

Farmácia Virtual
Informação Adicional Selecione o caso
Cefaleia
Cefaleia ou cefalgia são os termos médicos para dor de cabeça. É um dos sintomas mais comuns na medicina, é uma das queixas mais frequentes em consultas.
Informação Adicional
Tosse
A tosse é uma contração espasmósdica, repentina e frequentemente repetitiva da cavidade torácica, resultando em uma violenta liberação de ar dos pulmões, e geralmente acompanhada por um som característico.
Informação Adicional

Figura 24 Informação adicional sobre os caso.

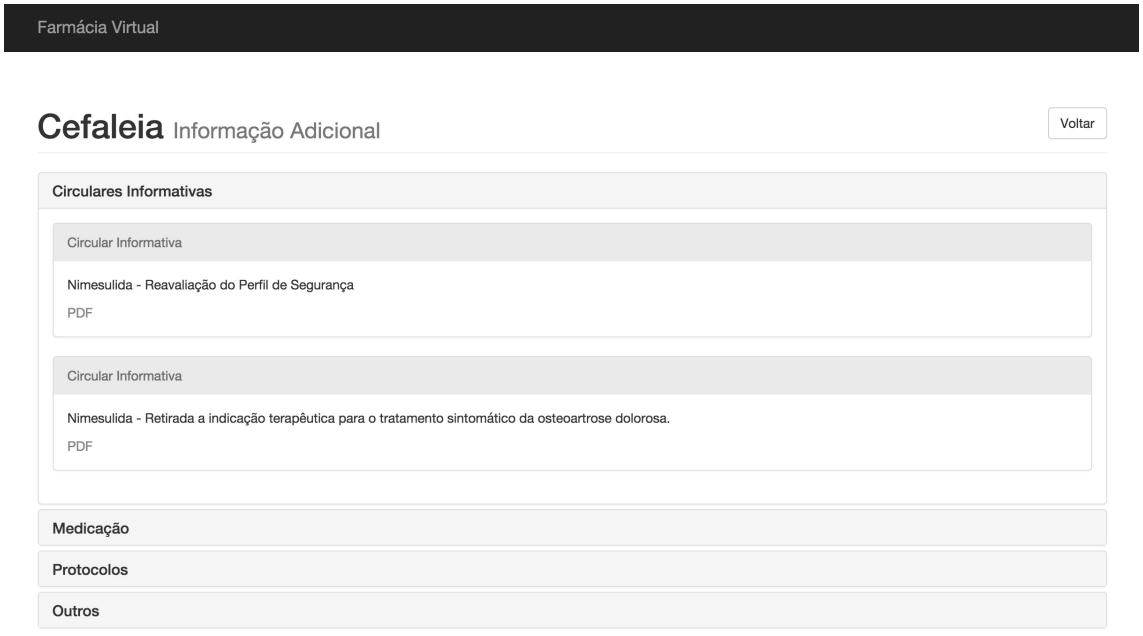


Figura 25 Informação adicional sobre o caso selecionado (Cefaleia).

Apesar desta mudança de contexto entre a aplicação e o browser poder ser prejudicial para a experiência de utilizador, a decisão de manter esta funcionalidade dentro da aplicação foi descartada após o primeiro protótipo. O Unity3D não oferece recursos para de forma fácil se organizar muita informação na interface ou se adicionar novos conteúdos, motivo pelo qual foi então decidido que esta funcionalidade faria mais sentido numa página *web*.

4.2.2 Virtual Pharmacy *Backoffice* - VP_Office

A aplicação *web* de *backoffice* designada por VP_Office, foi criada com o objetivo de o professor poder gerir o conteúdo presente na aplicação, nomeadamente as situações passíveis de automedicação e, no caso da versão de treino, os elementos de estudo (circulares informativas, medicação, protocolos e outros).

O VP_Office, cuja interface é mostrada na Figura 26, é uma aplicação *web* que foi desenvolvida utilizando as linguagens de programação HTML, Javascript e PHP. Para facilitar o processo de desenvolvimento da VP_Office, nomeadamente o desenho do seu *layout* foi utilizado o Boostrap, que é uma Framework de HTML, CSS e JavaScript, juntamente com um *template* gratuito.

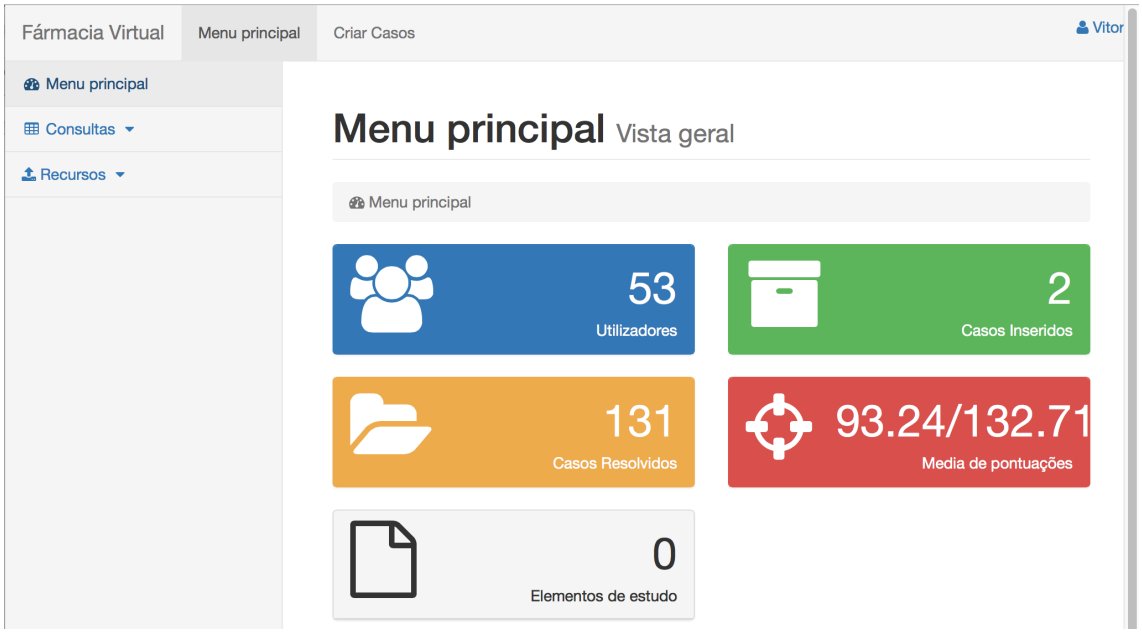


Figura 26 Menu inicial da VP_Office.

Através desta aplicação o professor cria e adiciona novos conteúdos de uma forma simples sem ser necessário ter conhecimentos informáticos. Também é possível ao

professor verificar toda a atividade realizada pelos alunos e posteriormente exportar essa informação para um ficheiro no formato *csv*.

No menu inicial apresentam-se informações quantitativas acerca da utilização da aplicação, mais especificamente: o número de utilizadores, o número de caso inseridos na base de dados; o número de elementos de estudo presentes na versão de treino; o número de casos totais resolvidos pelos estudantes e a média de pontuações obtidas.

Inserção de novas situações de automedicação

Ao selecionar a opção "Criar Casos" na barra superior, o professor é redirecionado para uma página, em que de um modo interativo cria os grafos que definem os diálogos entre o HV e o aluno. Estes diálogos dizem respeito às situações passíveis de automedicação que vão estar presentes na VP_SIM. Neste grafo estão contidas as falas do HV e as opções disponíveis para o aluno escolher. Este grafo pode ter vários desfechos possíveis, não se tratando apenas de um diálogo linear, mas de um diálogo que pode acabar de diferentes formas de acordo com as escolhas do aluno.

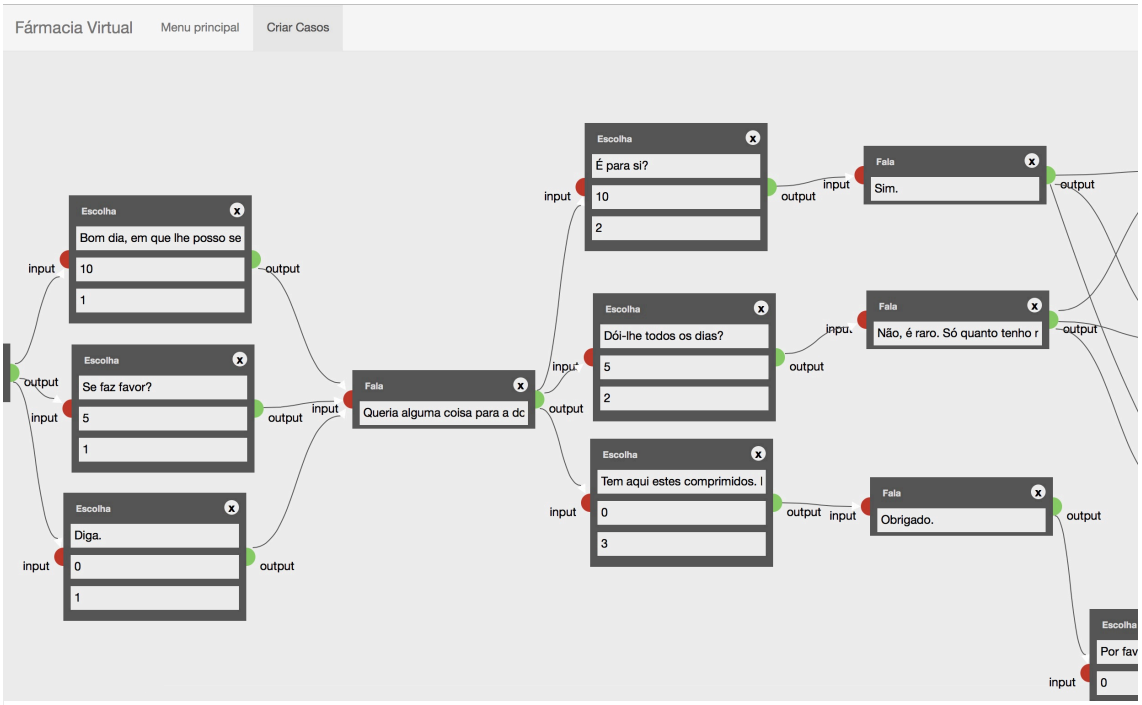


Figura 27 Criador de diálogos.

Para a implementação desta funcionalidade, recorreu-se a uma biblioteca de JavaScript, o JointJs, que permite de forma simplificada a criação de grafos. Foi desenvolvida uma interface mostrada na Figura 27, que permite ao professor de forma intuitiva a criação destes diálogos. Os nós do grafo do diálogo são de dois tipos: fala do

paciente e fala do farmacêutico. Para criar um nó do grafo basta usar o botão direito do rato, e é automaticamente aberto um pequeno menu que permite escolher o tipo de fala (farmacêutico ou HV) (Figura 28). O valor e a fase são editados diretamente no nó.

Cada nó da fala do paciente pode estar ligado a vários nós da fala do farmacêutico. Os nós do tipo fala do farmacêutico apenas se podem ligar a um nó do tipo fala do paciente, que corresponde à reação do paciente à escolha do farmacêutico.

Para ligar os nós basta com o botão esquerdo do rato fazer clique sobre a área de *output* do nó e arrastar até à área de *input* do nó pretendido.

O atendimento ao doente numa farmácia está divido em 4 quatro fases: abertura, avaliação, aconselhamento e fecho. Assim houve necessidade de colocar esta informação no grafo. Assim quando o professor cria um nó do tipo fala do farmacêutico pode indicar a que fase o nó pertence e também qual a pontuação que o aluno recebe se escolher este nó na VP_SIM, (Figura 28). Para definir a fase de atendimento insere-se um valor numérico na terceira caixa de texto do nó: 1 – abertura; 2 – aconselhamento; 3 – avaliação; 4 – fecho.

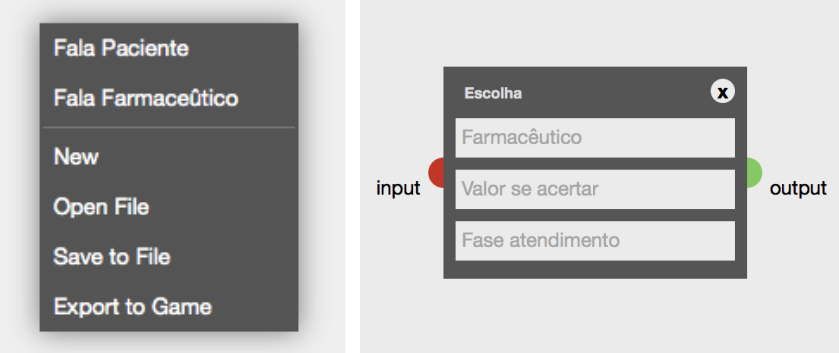


Figura 28 Da esquerda para a direita: menu de seleção e nó do tipo farmacêutico.

Depois de criados os diálogos, estes são guardados num ficheiro no formato JSON para poderem ser alterados posteriormente e são exportados para um ficheiro no formato *txt* de forma a que o diálogo possa ser utilizado na aplicação VP_SIM.

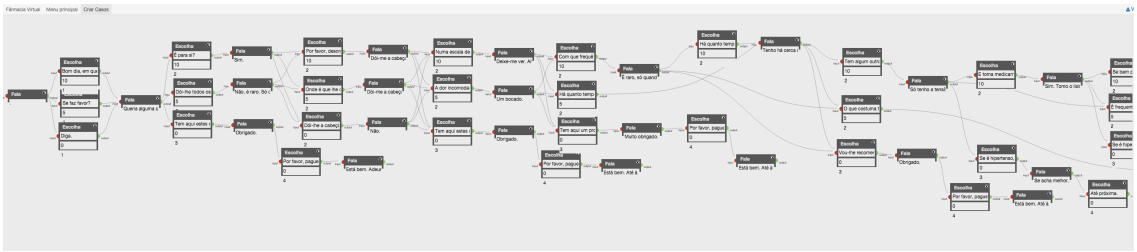


Figura 29 Diálogo parcial entre o HV e o aluno.

Após a criação do diálogo pretendido (Figura 29), o professor pode fazer o seu carregamento para a base de dados de forma a que este fique disponível na aplicação VP_SIM. Informação adicional pode ser encontrada no manual de utilização no Apêndice C.

Para efetuar o carregamento do diálogo, o professor deverá selecionar a opção "Recursos -> Casos (Inserir e Consultar)" e de seguida preencher o formulário (Figura 30) com o nome do caso, uma pequena descrição e o ficheiro resultante da exportação do diálogo para que possa ser utilizado na VP_SIM. Após a conclusão deste processo o diálogo fica registado na base de dados, assim como todas as informações adicionais introduzidas pelo professor. Posteriormente a aplicação VP_SIM, quando é lançada, comunica com a base de dados de forma a poder aceder a esta informação.

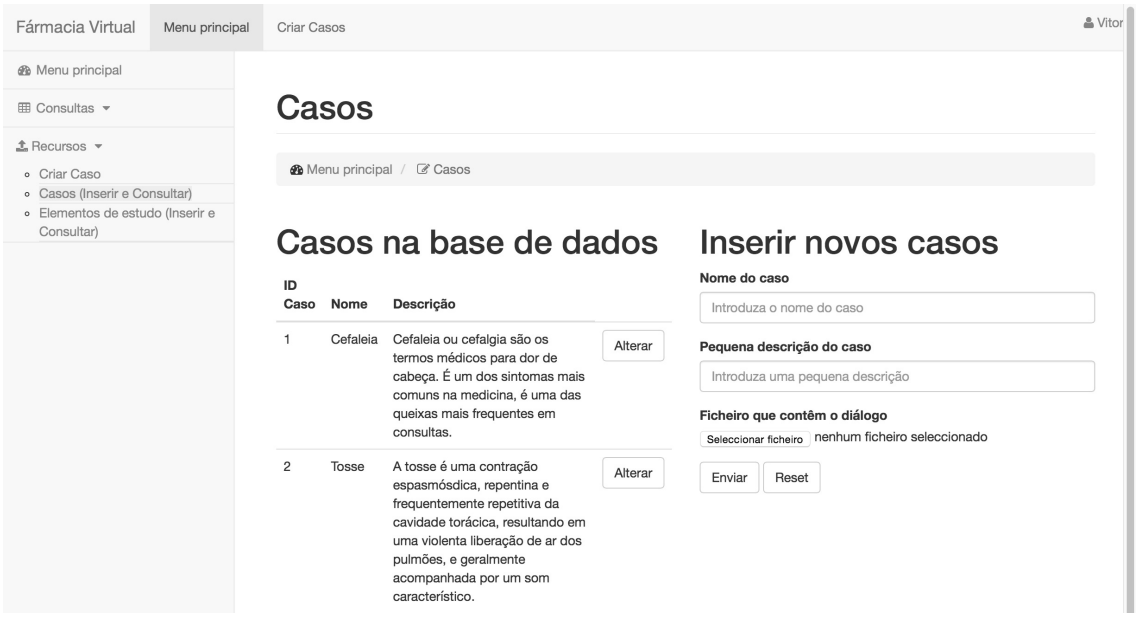


Figura 30 Inserção de novos casos.

Inserção de novos elementos de estudo na versão de treino

Da mesma forma que o professor pode inserir novas situações de automedicação também lhe é permitida a adição de elementos de estudo para os alunos poderem consultar. Estes elementos de estudo apenas estão presentes na versão de treino da VP_SIM (Figura 31), podendo ser links para páginas ou ficheiros (por exemplo, *pdf* ou *word*). Toda esta informação posteriormente fica disponível a partir de uma página *web* que é acedida através da VP_SIM, versão de treino.

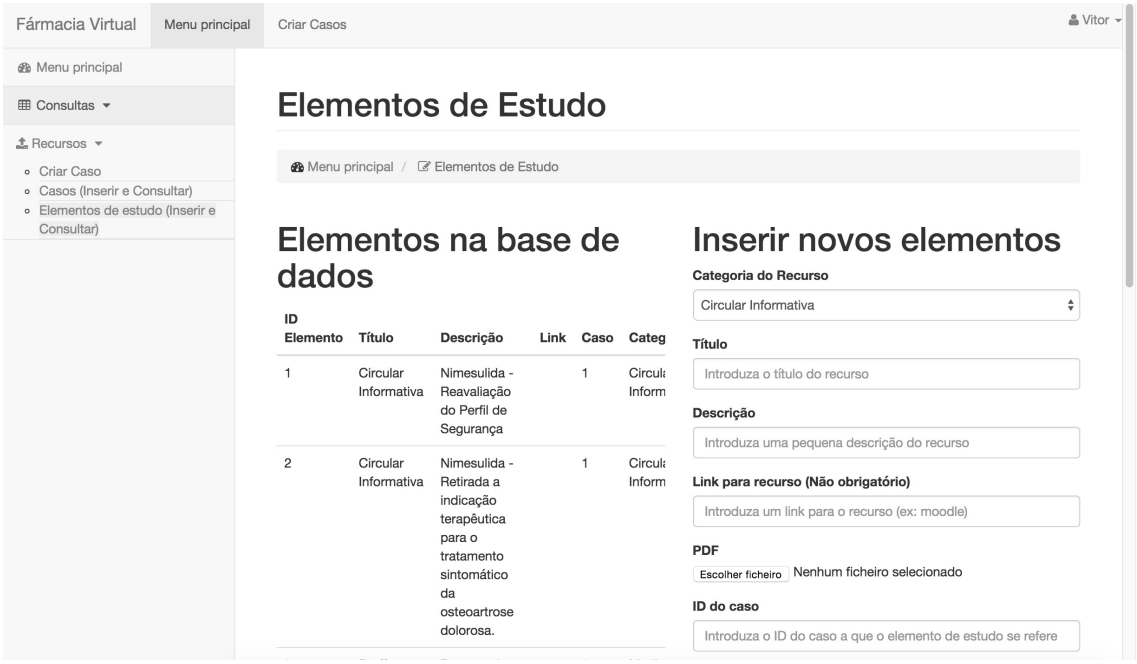


Figura 31 Inserção de novos elementos de estudo.

Consultar a atividade dos alunos

De forma a que o professor possa analisar o progresso dos alunos é-lhe dada a possibilidade de consultar a informação respeitante ao desempenho dos alunos (Figura 32). Esta informação contém o nome do aluno, a data, a situação resolvida, a pontuação obtida, a pontuação que era possível obter, a duração da resolução em segundos e finalmente o número de respostas que o aluno respondeu de forma correta em cada fase da consulta (abertura, avaliação, aconselhamento e fecho). Toda esta informação pode ser filtrada por data, por aluno e por situação, e pode ser exportada para um ficheiro *csv,* o que permite uma posterior análise dos dados num outro *software*, (por exemplo, para análise estatística).

Figura 32 Atividade dos alunos.

4.3 Fala e respetiva animação nos Humanos Virtuais

O facto de os HV poderem articular falas, juntamente com movimentos corporais e expressões faciais, aumenta de forma significativa o seu realismo. Contudo, produzir HV falantes é um desafio porque a articulação fala nos HV não é um processo simples de se fazer e os observadores são bastantes sensíveis a pequenos erros na sincronização entre o som e a animação da boca.

Neste projeto, houve a preocupação de criar uma solução para a produção de HV falantes que não requer conhecimentos informáticos específicos.

Um dos processos que pode ser utilizado para a criação das animações de fala nos HV, por exemplo nos videojogos e no cinema, passa pela captura de dados relativos a movimentos (*motion capture*) e sons de humanos reais, seguida pela sua integração em HV. Apesar de a utilização deste tipo de tecnologia criar animações realistas e com melhores resultados, a possibilidade de expansão está limitada, pois todo o processo de captura de movimentos tem de ser realizado para novas falas. Esta solução não se encontrava ao nosso alcance, uma vez que requer equipamento de que não dispomos.

Posto isto, a opção escolhida neste projeto foi a utilização de uma biblioteca de Text-to-speech (TTS) juntamente com a utilização das *blend shapes*.

Inicialmente, foram considerados dois TTS, um da CereProc[4] e outro da Microsoft[5]. O primeiro, da CereProc, é apenas gratuito sob uma licença académica, enquanto o da Microsoft está disponível de forma gratuita, embora em português só tenha apenas disponível uma voz feminina gratuita.

Quanto ao SDK da CereProc, compatível com os principais sistemas operativos (Mac OS, Windows, Linux), a sua utilização revelou-se muito confusa, sendo gasto uma parte considerável de tempo apenas para o conseguir colocar a funcionar. Depois, a sua integração na aplicação (VP_SIM), que estava a ser desenvolvida no Unity3D, não foi conseguida com sucesso. Assim, decidiu-se avançar para o SDK disponibilizado pela Microsoft, que inicialmente limitou a compatibilidade da aplicação ao sistema operativo Windows. Porém, ao contrário do SDK do CereProc, a solução disponibiliza pela Microsoft revelou-se muito mais simples e fácil de integrar na aplicação que estava a ser desenvolvida no Unity3D, até porque ambas usam C#.

[4] https://www.cereproc.com
[5] https://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=10121

Tendo em conta as circunstâncias para o desenvolvimento da fala e respetiva animação, apenas foi considerada a solução da Microsoft, nomeadamente as bibliotecas de *Speech* juntamente com os pacotes de falas de TTS para a geração do áudio da fala. Por não se encontrar disponível ao público, o pacote de voz masculina em português foi-nos gentilmente cedido pela Microsoft Portugal.

4.3.1 As *Blend Shapes* como visemas

Para realizar a animação da fala, foram criadas 16 *blend shapes*, cada uma delas correspondendo a um visema, (Tabela 15, no anexo A). De forma a ter uma animação mais precisa, deveríamos ter 21 visemas, na medida em que, embora existam 40 visemas, alguns deles não são distinguíveis visualmente, pelo que estes podem ser reduzidos a 21 [22]. No entanto, atendendo a que no DazStudio apenas estavam disponíveis 16 visemas, optou-se por manter este número. Caso contrário, seria necessário manipular a *mesh*, de forma a obter as restantes *blend shapes* nas quatro personagens, o que seria um processo moroso.

As *blend shapes* criadas através do DazStudio e que atuam como visemas são: AA, EH, ER, F, IH, IY, K, L, M, OW, S, SH, T, UW, TH e W. Por questões de simplificação, não foram consideradas a utilização de bi-visema ou tri-visemas, ou seja, visemas que tivessem em conta os seus vizinhos. Como foi referido anteriormente na secção 4.1.2 é necessário que as deformações correspondentes aos visemas se encontrem na mesma ordem em todas as personagens, para que o método descrito de seguida funcione.

4.3.2 Implementação da fala nos HV e *Speech Generator*

A componente *Speech Generator* é responsável fala do VH (áudio e dados de animação) e ao longo do seu desenvolvimento foram usadas duas abordagens como já referido anteriormente. Na primeira, a geração das falas era feita em tempo de execução, mas, como esta abordagem requeria a instalação de *software* adicional, tal revelou-se muito complicado para o grupo de peritos em Comunicação em Saúde com os quais foi testado o 1º protótipo da VP_SIM. Por este motivo, a abordagem adotada implica a pré-geração das falas.

De seguida explicamos o funcionamento de ambas as versões do *Speech Generator*.

Speech Generator – versão em tempo de execução

Para a geração do áudio e criação da animação, foi criada uma aplicação em C#, recorrendo à biblioteca *Speech* disponibiliza pela Microsoft, que é executada por um processo em *background* e que trata os pedidos da VP_SIM. Este processo gera um ficheiro com o áudio da fala pedida pelo VP_SIM e um ficheiro com informação acerca do modo como a animação da fala se deve realizar. Esta troca de mensagens entre a VP_SIM e o *Speech Generator* é feita utilizando um serviço de mensagem, o RabbitMQ[6], que permite a troca de mensagens de uma forma fiável e simples, podendo ser utilizado em várias linguagens de programação.

A troca de mensagens entre a VP_SIM e o *Speech Generator* consiste, primeiramente, num pedido da VP_SIM, através de uma mensagem que contém uma *string* com o código da personagem, de forma a saber de que personagem (masculino ou feminino e jovem ou idoso) se trata e qual a fala do paciente. Esta fala é uma das falas da personagem que o professor define na criação do diálogo no *backoffice*.

Assim que o *Speech Generator* recebe esta mensagem, gera um ficheiro áudio em formato *wav* que contém o áudio da fala e um ficheiro XML com informação acerca da animação para a correspondente fala e, assim que os ficheiros são gerados, o *Speech Generator* envia uma mensagem de conclusão para a VIP_SIM, contendo informação acerca da localização dos ficheiros que acabaram de ser gerados. Ao receber a mensagem, o VP_SIM trata de carregar o áudio e o ficheiro XML. Todo este processo ocorre em tempo de execução.

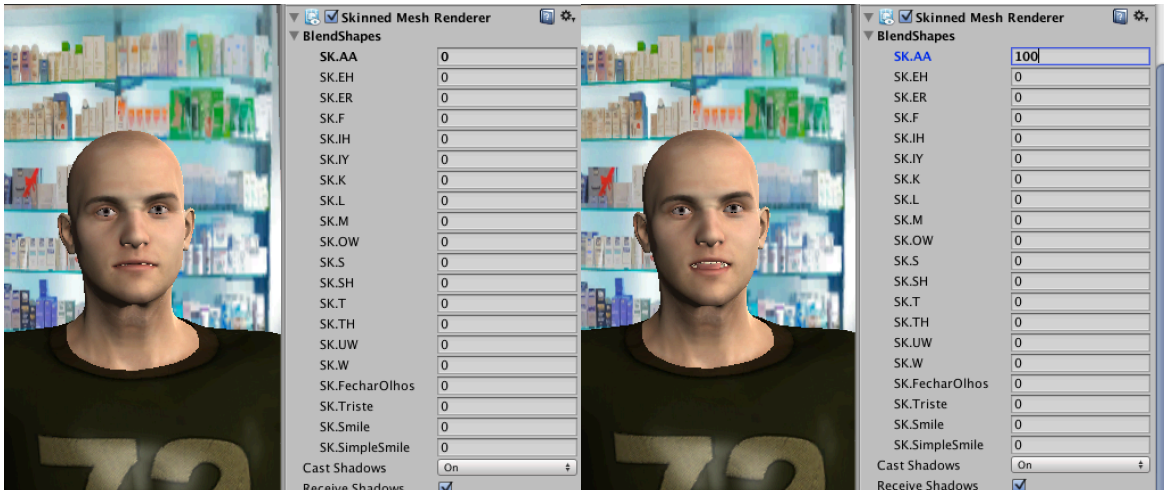


Figura 33 Alteração do valor da Blend Shape no Unity3D.

[6] https://www.rabbitmq.com

Como se pode ver na Figura 33, cada *blend shape* no Unity3D tem um valor associado, que na figura se encontra em 0 e que pode variar entre 0 e 100. À medida que se alteram estes valores, a personagem vai evidenciando a forma da *blend shape* cujo o valor se está a alterar. Assim, por exemplo, se alterarmos o valor do SK.AA (identificador da *blend shape* que corresponde ao visema AA) para 100, a posição dos lábios irá ser alterada de forma a que a personagem reproduza o visema AA (Figura 33). Se este valor for alterado progressivamente ao longo do tempo, irá produzir uma animação.

Deste modo, a ideia subjacente ao método para animar a fala corresponde à alteração progressiva dos valores, através de um *script*. É no ficheiro XML que está a informação acerca de que *blend shapes* devem ser alteradas, ou seja, que valores devem ser atribuídos a cada uma.

Uma vez que a biblioteca de *speech* da Microsoft oferece métodos que permitem saber quais os visema que estão a ser utilizados na geração do áudio, foi criado um evento que vai sendo disparado durante a geração do áudio e que retorna informação com o código do visema que acabou de ser utilizado na geração, nomeadamente o tempo em que este ocorre e a sua duração. Através da documentação disponibilizada pela Microsoft, é possível saber a que visema este código corresponde.

Depois de ter toda a informação com o código do visema (isto é, o tempo em que ocorre no áudio e a sua duração) foi feito um mapeamento do código do visema para os valores das *blend shapes* no Unity3D, de modo a produzir o respetivo visema (ver Tabela 3). Por exemplo, se o código retornado através do evento foi o 1, então sabe-se que este corresponde ao visema AA, logo a *blend shape* no Unity3D a ser alterada é a SK.AA, atribuindo-lhe o valor de 70. Neste contexto, é usado o valor de 70, pois, se for necessário a alteração de várias *blend shapes* ao mesmo tempo, este não causa formas estranhas na face do HV.

Um problema que surgiu está relacionado com o facto de as personagens apenas terem 16 visemas e o número de visemas que o evento pode retornar serem 21, mais o visema mudo que corresponde quando não existe som, por exemplo, o som entre palavras. A solução obtida para resolver este problema foi alterar o valor de várias *blend shapes* ao mesmo tempo, de forma a aproximar o visema em falta. É o caso das *blend shapes* com o código 3, 6, 7, 9, 10, 11 e 12 na Tabela 3.

Código da Microsoft	Visema correspondente	Nome das blend shapes no Unity
0	silêncio	
1	Ah, aa, ae, ah	SK.AA
2	Aa, aa	SK.AA
3	Ao, ao	SK.AA juntamente com SK.OW
4	Eh, ey, eh uh	SK.EH
5	Er, er	SK.ER
6	Ih, y, iy, ih, ix	SK.IH juntamente com SK.IY
7	W, w, uw	SK.UW juntamente com SK.W
8	Ow, ow	SK.OW
9	Aw, aw	SK.AA juntamente com SK.W
10	Oy, oy	SK.IY juntamente com SK.OW
11	Ay, ay	SK.AA juntamente com SK.IY
12	H, h	SK.EH juntamente com SK.IY
13	R, r	SK.ER
14	L, l	SK.L
15	Z, s, z	SK.S
16	Sh, sh, ch, jh, zh	SK.SH
17	Th, th, dh	SK.TH
18	F, f, v	SK.F
19	D, d, t, n	SK.T
20	KG, k, g, ng	SK.K
21	BMP, p, b, m	SK.M

Tabela 3 Mapeamento do código do visema da Microsoft com as blend shapes do Unity.

Sabendo, então, a que visema o código corresponde foi feito um mapeamento deste código para os valores das *blend shapes* do Unity3D. Para realizar este mapeamento, foi criada uma lista que tem como chave o código do visema retornado pelo evento e tem como valor uma lista de *floats*. Esta lista de *floats* tem 16 elementos que correspondem aos valores que as *blend shapes* no Unity3D tem de tomar para produzir o respetivo

visema, daí a importância de, aquando da criação das *blend shapes*, as que dizem respeito aos visemas serem juntas em primeiro lugar e pela mesma ordem, caso contrário os valores alterariam as *blend shapes* de forma errada.

Após a realização do mapeamento, toda esta informação é escrita num ficheiro XML (exemplo do ficheiro em anexo, Figura 37). Este ficheiro tem uma estrutura própria, para que a VP_SIM o possa carregar facilmente através de um *parser*. Assim, a parte mais relevante desta estrutura diz respeito ao campo "<keyframes><values>" que contém os vários tempos (x) no áudio em que cada um dos visemas (y) ocorre, e ao campo "<keyframes><sliderSettings><values>" que contém os valores que as *blend shapes* devem tomar no tempo x, de forma a produzirem o visema y. Assim, por exemplo, se no tempo 1s, o visema for mudo (ou seja, não existir fala), então, neste caso, os valores das *blend shapes* vão ser de 0 em todos os 16 elementos do *array* de *floats*, para que, desta forma, a personagem fique com a boca fechada.

Assim que a geração dos ficheiros esteja concluída e a *Virtual Pharmacy* tenha recebido a mensagem de conclusão, esta trata de carregar imediatamente o ficheiro de áudio e o ficheiro xml.

Para o carregamento do ficheiro xml, foi criado um *parser* que coloca os valores do tempo e das *blend shapes* num modo de fácil acesso. Este *parser* trata, então, de fazer o carregamento destes valores para uma estrutura criada com o nome de *Keyframes* que guarda os tempos em que os visemas ocorrem e os respetivos valores das *blend shapes*.

Após completado o *parse* do ficheiro, é criada uma estrutura *Timeline*, em que são guardados os tempos dos visemas e os respetivos valores das *blend shapes*. Esta estrutura é como se de uma *preview* da animação se tratasse.

Com todas as estruturas carregadas, o áudio começa a reproduzir e, à medida que este vai avançando no tempo, vai sendo verificado, de forma a saber que valores as *blend shapes* devem tomar para produzir o visema que corresponde à fala e, assim, realizar a respetiva animação.

A forma como a geração do áudio e das animações foi implementada é bastante flexível e com grande facilidade pode ser adaptada para outras línguas, bastando apenas no código de aplicação alterar os nomes das vozes que devem ser utilizadas para a geração do áudio.

Um dos problemas desta primeira versão da implementação do *Speech Generator* é que a sua compatibilidade está limitada apenas ao sistema operativo Windows.

Speech Generator – versão pré-processamento das falas

A versão do *Speech Generator* que funciona em modo de pré-processamento das falas é menos flexível em relação à anterior, mas facilitou de forma significativa a instalação do protótipo, permitindo a sua compatibilidade com outros sistemas operativos, além do sistema operativo Windows. Nesta versão, apenas é necessário o sistema operativo Windows para gerar as falas.

Nesta abordagem, em vez de as falas irem sendo geradas durante a execução da VP_SIM, estas já se encontram geradas, também utilizando a biblioteca de *speech* da Microsoft.

O *Speech Generator* recebe como *input* o nome do caso e o ficheiro *txt* com o diálogo previamente carregado para a base de dados pelo professor. Neste ponto, foi necessário definir uma forma de organizar as falas, de modo a que o VP_SIM determinasse corretamente a fala a carregar em cada momento, uma vez que existem várias personagens com as mesmas falas. Decidiu-se, então, criar uma pasta raiz com o nome do caso em questão e, dentro desta pasta, criar mais quatro pastas uma por cada personagem.

O ficheiro *txt* com o diálogo que o professor dá como *input* foi resultado de uma exportação feita através da funcionalidade da VP_Office e contém dentro dele informação de cada nó do grafo, incluindo o indentificador do nó, a *string* com a fala, entre outras informações, que são carregadas para uma estrutura dados interna ao *Speech Generator*, onde são guardadas todas estas informações.

Após o carregamento das informações para a estrutura, esta é percorrida quatro vezes, para poder gerar o áudio e o respetivo ficheiro XML para cada uma das personagens, uma vez que estas têm falas com diferentes características. De forma a poder identificar posteriormente a que fala os ficheiros gerados correspondem, os nomes atribuídos a estes foram os identificadores do nó do grafo que continha a respetiva fala.

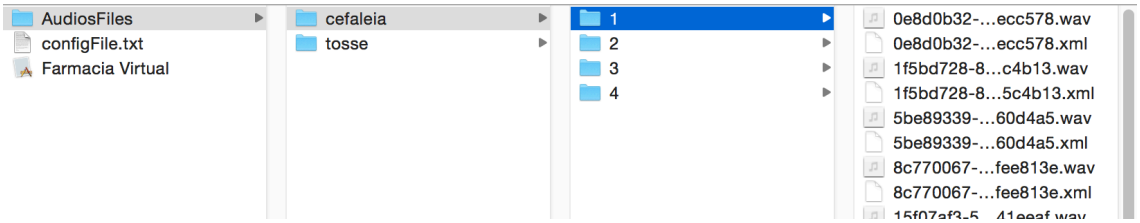


Figura 34 Estrutura dos ficheiros para a fala dos 4 HV no caso da cefaleia.

Após a conclusão da geração da fala, é criada uma pastas nos "Meus Documentos" com o nome "AudioFiles" e dentro desta é possível encontrar, então, a pasta raiz com o

nome do caso. Dentro desta é, por sua vez, possível encontrar as várias pastas com os ficheiros para as várias personagens (Figura 34).

O modo de carregamento é igual ao da versão em tempo de execução, com a diferença que as falas já se encontram geradas.

Atendendo a que o diálogo que está na base de dados e que depois é utilizado pela VP_SIM é o mesmo que foi utilizado para a geração das falas, torna-se simples saber que fala deve ser reproduzida pelo VP_SIM.

Nesta versão, quando a VP_SIM pretende reproduzir uma determinada fala de um paciente vai à localização da pasta "AudioFiles", que tem uma localização fixa, e a partir desta consegue a localização do ficheiro áudio e XML para a fala pretendida, através do caso escolhido pelo aluno (por exemplo, cefaleia), pelo código do personagem escolhido pelo aluno (por exemplo, 1) e pelo id do nó com a fala, bastando, no fim, acrescentar a extensão wav para o ficheiro de áudio e xml para o ficheiro com a informação para as animações. Um exemplo da localização pode ser "AudioFiles/cefaleia/1/0e8d0...578.wav (ou .xml)". Este exemplo corresponde a uma fala da personagem com o código 1 e da situação de automedicação cefaleia.

Após ter identificado os ficheiros pretendidos (wav e xml), o seu carregamento e animação é igual aos da versão anterior.

4.4 Estrutura da base de dados

De modo a poder concretizar um dos requisitos funcionais pedido pelo cliente, o registo da atividade do aluno, foi necessário a criação de uma base de dados. Esta base de dados foi implementada no MySQL. Para tal, foi criada uma estrutura, na qual foram contempladas as tabelas *User*, *Atividade*, *Caso*, *Respostas*, *UserWeb* e *Elementos_estudo*. (Figura 35).

A tabela *User* contém todas as informações relativas ao utilizador da aplicação VP_SIM, que, neste caso, vão ser informações sobre os alunos.

A tabela *Atividade* diz respeito a toda a atividade do aluno, nomeadamente os casos que resolveu, as personagens que atendeu, as pontuações que obteve e a duração de cada atendimento.

A tabela *Caso* contém todas as informações acerca dos casos ou situações passíveis de automedicação. Esta tabela é utilizada pelo VP_Office e pela VP_SIM. Através do

VP_Office, é possível a inserção de novos casos que posteriormente são mostrados pela VP_SIM aos utilizadores.

A tabela *Respostas* guarda todas as respostas dadas pelo utilizador na resolução de um determinado caso.

A tabela *Elementos_estudo* serve para guardar toda a informação de elementos de estudo para a versão de treino da VP_SIM. Estes elementos de estudo podem ser apenas informações ou documentos (*pdfs*, *docx*), assim como *links* para recursos em páginas *web*.

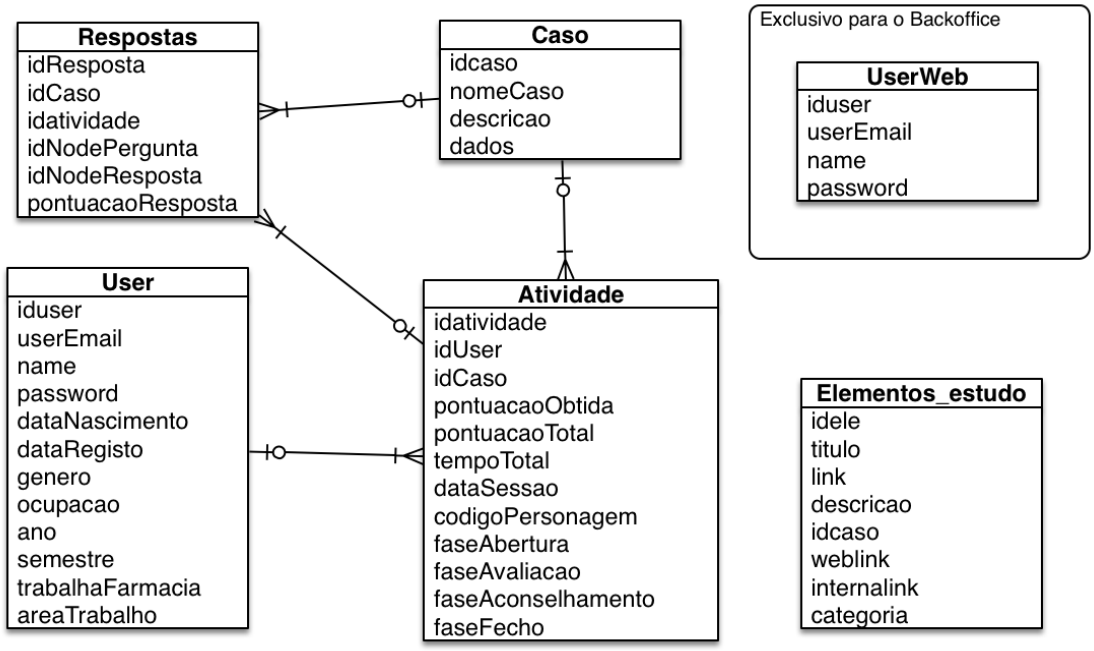


Figura 35 Estrutura da base de dados.

4.5 Funcionamento geral da aplicação Virtual Pharmacy

Nesta secção, será apresentada uma descrição geral do funcionamento e de como as várias componentes se interligam na versão final da aplicação de forma a consolidar toda a explicação feita ao longo deste quarto capítulo.

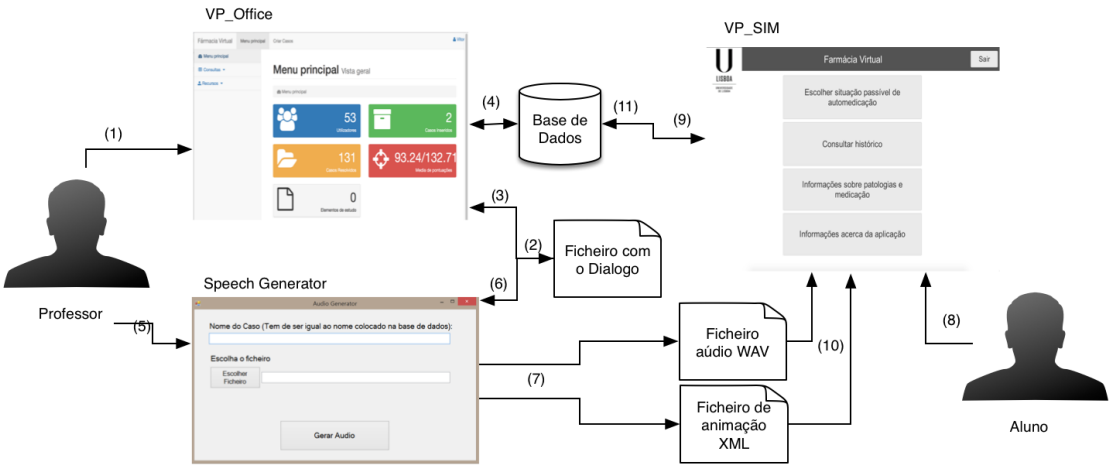


Figura 36 Funcionamento geral da todas as componentes Virtual Pharmacy.

Todo o processo de funcionamento da aplicação, Figura 36, começa pelo professor, que, através do VP_Office, (1) concebe uma situação de automedicação e cria o correspondente diálogo entre o paciente e o aluno; (2) exporta esse diálogo para um ficheiro *txt*, que contém toda a informação sobre o diálogo, as falas do paciente e as escolhas que são apresentadas ao aluno; e (3) faz o carregamento do ficheiro para a base de dados (4) usando o VP_Office, ficando, assim, a situação passível de automedicação registada na base de dados.

Após o registo da aplicação, o professor tem de fazer a geração do áudio de todas as falas das personagens, utilizando a aplicação *Speech Generator* (5) e dando como *input* o nome da situação que acaba de ser registada na base de dados e o ficheiro do diálogo (6). De seguida, são gerados todos os ficheiros de áudio e XML (7) com informação sobre as animações para cada uma das personagens. Após a geração dos ficheiros estar completa, o professor deve comprimir estes ficheiros e disponibilizá-los aos alunos que já tenham a aplicação instalada no seu computador, para estes os extraírem para a pasta "AudioFiles" na diretoria da aplicação.

Uma vez completa a extração dos ficheiros, o aluno pode iniciar a aplicação (8). Ao escolher uma situação para resolver, a VP_SIM comunica com a base de dados (9), de modo a poder verificar que situações se encontram registadas, mostrando imediatamente estas ao aluno para que este possa escolher a que pretende resolver. Após a escolha da situação, o aluno tem de escolher a personagem e só depois é que começa a simulação da situação.

Durante a simulação, a VP_SIM vai carregando os ficheiros de áudio e XML (10) necessários para reproduzir a fala e a respetiva animação e, ao mesmo tempo, analisando as falas da personagem, de modo a fazer os respetivos movimentos corporais.

Finalizada a simulação, é registada (11) a atividade do aluno na base de dados (ou seja, as respostas que deu), a pontuação obtida e o número de respostas corretas em cada fase do atendimento, de modo a que mais tarde o professor possa, através do VP_Office, analisar o desempenho do aluno.

4.6 Conclusão

Neste capítulo, foram apresentados detalhes da implementação da ferramenta Virtual Pharmacy, foram apresentados os desafios enfrentados e as decisões que foram tomadas no decurso do seu desenvolvimento.

No próximo capítulo são descritos os testes efetuado à aplicação com utilizadores ligados à área das Ciências Farmacêuticas.

Capítulo 5

Avaliação da aplicação

Neste capitulo são descritos os testes efetuados à componente de simulação da aplicação com utilizadores ligados à área das Ciências Farmacêuticas. Todos se ofereceram voluntariamente e não tiveram qualquer tipo de recompensa pela participação no estudo.

Numa primeira etapa fizeram-se pré-testes com um grupo de peritos em Comunicação em Saúde para recolher as suas opiniões, sugestões e identificar as alterações mais imediatas que deveriam ser feitas à aplicação.

Depois destes testes foram feitos ajustes à aplicação e procedeu-se a uma segunda fase de testes que incluiu: primeiro, entrevistas e respostas a questionários com alunos do 4º de Ciências Farmacêuticas e, posteriormente, respostas a questionários por alunos finalistas a realizar estágio em farmácia comunitária.

É importante salientar que as versões da aplicação não foram iguais para todos os grupos, ou seja, a versão de avaliação foi usada com os peritos e estagiários, enquanto a versão de treino foi utilizada pelos alunos do 4º ano.

5.1 Estrutura dos questionários

Cada grupo de utilizadores respondeu a um questionário elaborado com o Google Forms. A criação dos questionários baseou-se em 3 conjuntos de perguntas (ver Apêndice A).

Conjunto 1 – Perguntas biográficas acerca do utilizador, e perguntas direcionadas para aspetos relativos à interface e aos Humanos Virtuais. É pedida também uma apreciação global da aplicação.

Conjunto 2 - Um questionário de Usabilidade e Satisfação de Utilização (SUS) e sobre o potencial de uso futuro da aplicação.

Conjunto 3 – Perguntas sobre o uso da aplicação, direcionadas especificamente para a área das Ciências Farmacêuticas e sobre a sua adequação e potencial de uso para a formação e/ou treino de estudantes.

Nos conjuntos 1 e 2, a maioria das questões são respondidas usando uma escala de Likert (1- discordo totalmente, 2- discordo, 3- não concordo nem discordo, 4- concordo e 5- concordo totalmente). As restantes questões, em menor número, são de sim/não e de resposta aberta. No conjunto 3 todas as questões são de resposta aberta.

O questionário dos peritos é composto pelos conjuntos 1 e 3, o dos estudantes do 4º ano pelos conjuntos 1 e 2, e o dos estagiários pelos três conjuntos.

5.2 Teste com peritos em Comunicação em Saúde

O pré-teste foi realizado com peritos em Comunicação em Saúde de diferentes organizações profissionais. Neste teste foram recrutados sete participantes, dois homens e cinco mulheres que se ofereceram para colaborar no estudo.

Cada participante recebeu um email com as instruções necessárias para instalar a aplicação no seu próprio computador, a sequência de ações para executar e o link para o questionário no Google Forms para avaliar a aplicação. Alguns participantes preferiram, em alternativa, executar a aplicação remotamente utilizando TeamViewer (teamviewer.com) principalmente porque a instalação do TTS requeria permissões de administração que alguns participantes não tinham no seu computador. No entanto, esta alternativa tinha o inconveniente de degradar o desempenho da aplicação.

Em relação às questões relativas à interface, pode verificar-se resultados positivos para questões relacionadas com o *layout* da interface, facilidade de seleção de menu, a legibilidade e compreensão de opções do menu e a legibilidade de texto (Tabela 4). Contudo relativamente em questões de desempenho e velocidade da aplicação, esta apresenta um resultado menos positivo que se deve ao facto de alguns dos utilizadores terem testado a aplicação de forma remota.

Interface gráfica	Mediana das respostas
A informação surge devidamente organizada no ecrã (ex. número e localização dos botões/opções).	5
A execução de tarefas é direta, isto é, a escolha das opções e/ou menus é fácil.	5
A velocidade de funcionamento da aplicação é adequada.	3,5
O modo de selecionar a situação de automedicação a resolver é claro, não suscita dúvidas.	5
A escolha da situação de automedicação é direta, isto é, não são necessários demasiados passos.	5
As escolhas dadas ao utilizador são apresentadas de forma clara, isto é, são fáceis de ler.	4,5
As escolhas dadas ao utilizador são fáceis de compreender, isto é, o seu conteúdo faz sentido.	4
Todos os caracteres do ecrã são legíveis.	5

Tabela 4 Respostas dos peritos em relação à interface da aplicação

Humanos Virtuais	Mediana das respostas
O modo de selecionar o humano virtual é claro, não suscita dúvidas	4,5
A seleção do humano virtual é direta, isto é, não são necessários demasiados passos	5
A aparência dos humanos virtuais é muito realista.	4
A indumentária dos humanos virtuais é muito realista.	4
O olhar dos humanos virtuais é muito realista.	4
A movimentação corporal dos humanos virtuais é muita realista.	3
É fácil ouvir/perceber as falas dos humanos virtuais.	3,5
É fácil ler as falas dos humanos virtuais (nas legendas).	5
Os movimentos dos lábios dos humanos virtuais estão sincronizados com a voz.	3,5
Concordo que este feedback é útil para o utilizador.	4

Tabela 5 Respostas dos peritos em relação aos Humanos Virtuais

No que diz respeito às perguntas sobre os HV, pode verificar-se que os participantes compreenderam como se selecionava o HV e consideraram ainda que a aparência e indumentárias destes assim como o olhar é realista. Por outro lado, a sincronização de lábios com discurso e a facilidade com que este é ouvido/percebido apresentam resultados mais baixos, que podem dever-se igualmente ao facto do teste ser feito de forma remota com alguns utilizadores (Tabela 5).

Em relação ao uso de expressões faciais para dar *feedback* sobre o desempenho durante o diálogo, os peritos concordaram que é importante. No entanto, estes consideram que os HV deveriam ter mais expressões, como por exemplo, a surpresa.

Sugeriram-se também que as expressões faciais e os movimentos do corpo devessem ser coerentes com a comunicação verbal.

Apreciação global	Mediana das respostas
Satisfaz-me a informação que recebo no final de um caso, relativa ao meu desempenho na sua resolução.	4
Satisfaz-me a informação que recebo no menu de Histórico, relativa ao meu desempenho na resolução dos vários casos.	4
Globalmente considero a aplicação fácil de utilizar.	5
Globalmente considero que a aplicação é agradável de utilizar.	4,5
Globalmente a aplicação corresponde às minhas expectativas, isto é, responde aos objetivos antecipados.	4

Tabela 6 Respostas dos peritos em relação à apreciação global da aplicação

Sobre a apreciação global, os resultados obtidos são positivos, onde os peritos consideraram a aplicação fácil de utilizar e que esta superou as suas expetativas iniciais (Tabela 6).

Foi sugerido pelos peritos a inserção de novos recursos para a aplicação, tais como: simulação de pacientes menos passivos, ou seja, com um comportamento mais imprevisível; além de diferentes "vozes" dos HV; correção de respostas erradas e algumas explicações.

Na segunda parte, os resultados do questionário em aberto sobre o potencial da utilização da aplicação na educação, revelaram que os peritos consideram que a aplicação pode ser útil para além do ensino e da aprendizagem. Consideram também que:

- a sua utilização pode ser útil para estagiários de farmácia e farmacêuticos interessados em educação continuada;
- outros profissionais de farmácia poderem beneficiar do seu uso;
- a aplicação pode ser utilizada por um lado para a formação de profissionais em condições onde a automedicação não é tão exigente;
- pode servir como uma base ilustrativa das funções dos farmacêuticos para a formulação de políticas de saúde ou de educação no público em geral.

A aplicação foi considerada ser uma ferramenta importante para o desenvolvimento de competências nos profissionais de forma precisa e consistente, não só resultante da interação muito realista, mas também porque dá *feedback* e acompanhamento da progressão dos utilizadores. Foram ainda enumerados alguns pontos críticos: limitações normais relacionadas com um diálogo predefinido que não cobrem todos os possíveis

cenários de reações do paciente e eventos que podem ocorrer numa situação real, o que pode aumentar artificialmente a confiança profissional em utilizadores menos treinados; isto é particularmente relevante para a aprendizagem autónoma e à distância. Embora a aplicação tenha sido considerada uma ferramenta valiosa para a formação e avaliação da OTC (over-the-counter, ou seja, medicamentos que não exigem receita médica) os utilizadores de teste consideraram que o seu uso deve ser preferencialmente seguido por interações reais e avaliação ao vivo. Na verdade, os especialistas foram cautelosos quando perguntados sobre se a aplicação poderia substituir a avaliação dos alunos, com base nas limitações explicadas anteriormente, especialmente no que se refere aos *soft-skills*. No entanto, alguns especialistas consideram que no caso de o utilizador obter uma classificação negativa, que lhe seja dada a oportunidade de explicar o seu raciocínio durante o aconselhamento no respetivo caso. Além disso, mesmo se a aplicação fosse integrada numa plataforma de e-learning, ou seja, com outros recursos de aprendizagem disponíveis, a maioria dos peritos não eram a favor de substituir o ensino face-a-face ou do estágio, uma vez que existem competências comportamentais que necessitam de interações reais e experiência. A aplicação como ponto de partida deve ser mantida num ambiente de treino em conjunto com os métodos tradicionais.

Tendo em conta a opinião dos peritos e as dificuldades que ocorreram no processo de instalação, a aplicação sofreu mais uma iteração no seu desenvolvimento de forma a colmatar os problemas identificados e a implementar novas funcionalidade, uma vez que estes testes foram realizados numa fase inicial do desenvolvimento da aplicação.

5.3 Entrevistas e testes com alunos do 4º ano de Ciências Farmacêuticas

Estas entrevistas foram realizadas na Faculdade de Farmácia da Universidade de Lisboa, no decorrer de duas aulas em dias distintos com a devida autorização do professor responsável. Nestas entrevistas os alunos utilizaram a versão de treino da aplicação.

Num total de participantes 10, 5 eram rapazes e 5 eram raparigas, todos com idades compreendidas entre 21 e 24 anos. Destes 10 apenas um aluno era estudante trabalhador, mas não trabalhando na área de farmácia.

Com os participantes identificados, deu se início às entrevistas individuais.

A primeira tarefa dada aos alunos era “Execute a aplicação VirtuaPharmacy”, nesta tarefa não existiu qualquer tipo de dúvidas.

De seguida foi-lhes pedido “Resolva o caso de cefaleia escolhendo o personagem masculino mais jovem”. A palavra “caso” suscitou alguma confusão nos utilizadores pois o botão correspondente é “Escolher situação passível de automedicação”. Por este motivo, no segundo dia dos testes optou-se por reformular o pedido para “Resolva a situação passível de automedicação cefaleia, utilizando o personagem masculino mais jovem”. Depois desta correção, já não existiu qualquer tipo de dúvida para completar a tarefa.

Assim que o aluno estava prestes a finalizar a resolução da situação passível de automedicação foi pedido “Verifique as questões que errou e as que acertou.”. Nesta tarefa os alunos no geral perceberam como ler a tabela que tinha a informação sobre as suas respostas certas e erradas. Foram sugeridas algumas alterações como por exemplo colocar a vermelho a opção errada.

Quando lhes foi pedido para “Consulte informações acerca do medicamento Bruffen 200 utilizado no tratamento da cefaleia”. Esta tarefa suscitou novamente grandes dúvidas entre os utilizadores, novamente devido aos nomes dos botões, classificado novamente como “Não é intuitivo”. Decidiu-se alterar o nome do botão de “Informações acerca de patologias” para “Informações acerca de patologias e medicação”, e a partir daí também já não houve nenhuma dúvida.

De realçar que tanto a primeira alteração como esta segunda foram feitas após 5 entrevistas, uma vez que estes foram realizadas em 2 dias, 5 entrevistas em cada dia.

Finalmente foi-lhes pedido para “Veja o histórico das suas resoluções”, e todos os utilizadores conseguiram ir diretamente para a opção correta sem qualquer dúvida.

De seguida foram feitas perguntas de opinião sobre a aplicação.

Começou-se por perguntar “Qual foi a sua primeira impressão da aplicação?”, à qual grande parte respondeu “É muito gira e útil”, “Tem um aspeto limpo”.

Sobre “Quais acha que poderão ser os benefícios da utilização desta aplicação?”, ouve consenso geral nos participantes de que esta aplicação seria útil para completar o estudo da sala de aula e para treinar em casa. Também seria útil para ser utilizada antes do estágio pois permite perceber de alguma forma o que se pode vir a passar num atendimento real.

Em seguida quando questionados sobre “O que gostou mais na aplicação?”, grande parte dos entrevistados respondeu ter gostado:

- do facto dos diálogos serem realistas;

- da possibilidade de ter vários desfechos e de não serem respostas do tipo sim/não;
- dos personagens;
- da possibilidade de ter também informações adicionais sobre medicação e as patologias.

Resultados dos questionários

Após a conclusão da entrevista, foi pedido aos utilizadores que respondessem ao questionário no Google Forms para avaliar a aplicação.

Interface gráfica	Mediana das respostas
A informação surge devidamente organizada no ecrã (ex. número e localização dos botões/opções).	4
A execução de tarefas é direta, isto é, a escolha das opções e/ou menus é fácil.	4
A velocidade de funcionamento da aplicação é adequada.	5
O modo de selecionar a situação de automedicação a resolver é claro, não suscita dúvidas.	4
A escolha da situação de automedicação é direta, isto é, não são necessários demasiados passos.	4
As escolhas dadas ao utilizador são apresentadas de forma clara, isto é, são fáceis de ler.	5
As escolhas dadas ao utilizador são fáceis de compreender, isto é, o seu conteúdo faz sentido.	4,5
Todos os caracteres do ecrã são legíveis.	5

Tabela 7 Respostas dos alunos em relação à interface gráfica da aplicação.

Em relação à interface, no geral obteve um resultado positivo, para as questões relacionadas com a velocidade de funcionamento, a escolha direta das situações de automedicação, a apresentação das escolhas e legibilidade, número adequado de passos para executar todas as seleções e a legibilidade de texto (Tabela 7). No entanto neste grupo houve algumas questões com um resultado menos positivo, nomeadamente se a execução de tarefas é direta, isto é, se é fácil e não suscita dúvidas. Esta pontuação está relacionada com o modo como as tarefas foram dadas aos participantes nas entrevistas, a confusão entre "caso" e "situação passível de automedicação".

No que diz respeito às perguntas sobre os Humanos Virtuais, os participantes compreenderam como se selecionava o HV e acharam que era fácil a leitura das legendas das falas do HV (Tabela 8). Estes consideraram ainda que era fácil de ouvir/perceber a fala dos HV e que a sincronização do movimento dos lábios com a voz, assim como o olhar e aparência do HV é realista.

Humanos Virtuais	Mediana das respostas
O modo de selecionar o humano virtual é claro, não suscita dúvidas	5
A seleção do humano virtual é direta, isto é, não são necessários demasiados passos	5
A aparência dos humanos virtuais é muito realista.	4
A indumentária dos humanos virtuais é muito realista.	3,5
O olhar dos humanos virtuais é muito realista.	4
A movimentação corporal dos humanos virtuais é muita realista.	3
É fácil ouvir/perceber as falas dos humanos virtuais.	4
É fácil ler as falas dos humanos virtuais (nas legendas).	5
Os movimentos dos lábios dos humanos virtuais estão sincronizados com a voz.	4
Concordo que este feedback é útil para o utilizador.	4

Tabela 8 Respostas dos alunos em relação aos Humanos Virtuais.

A nível do realismo da indumentária e os movimentos dos HV foi onde se obtiveram resultado menos positivos.

A nível da utilidade do *feedback* através das expressões os participantes consideram que este tipo de *feedback* é importante. Ainda sobre as expressões 50% dos participantes acha que deveriam ser introduzidas novas expressões, como por exemplo, a expressão de dor, dúvida/confusão e zangado.

A nível de animações corporais estes acham que os HV deveriam poder inclinar o corpo, gesticular das mãos e braços e inclinar a cabeça em gesto de negação ou confirmação.

Relativamente à informação que a aplicação dá ao utilizador no final da resolução do caso e no histórico de casos resolvido, os utilizadores encontram-se totalmente satisfeitos com a informação que lhes é apresentada (Tabela 9). Considerem ainda que a aplicação é fácil de utilizar, agradável e correspondeu às suas expectativas.

Apreciação global	Mediana das respostas
Satisfaz-me a informação que recebo no final de um caso, relativa ao meu desempenho na sua resolução.	5
Satisfaz-me a informação que recebo no menu de Histórico, relativa ao meu desempenho na resolução dos vários casos.	5
Globalmente considero a aplicação fácil de utilizar.	5
Globalmente considero que a aplicação é agradável de utilizar.	5
Globalmente a aplicação corresponde às minhas expectativas, isto é, responde aos objetivos antecipados.	4

Tabela 9 Respostas dos alunos em relação à apreciação global da aplicação.

80% dos utilizadores sugere alterações à aplicação, como por exemplo, a ligação ao Sifarma (aplicação informática desenvolvida para a gestão diária de uma farmácia),

incorporação de diferentes maneiras de reagir nos diferentes personagens e aumentar o número de situações para resolver, assim como aumentar a informação sobre as patologias.

Relativamente ao Questionário de Usabilidade e Satisfação de Utilização, é possível observar que os utilizadores consideram a aplicação criativa, fácil de aprender, estimulante, interessante, rápida, original, atrativa, inovadora, segura, motivante, cumpre as expetativas, eficiente, prática, atraente e simpática (Tabela 10).

SUS	Mediana das respostas
Fácil de perceber	4
Criativa	5
Fácil de aprender	5
Estimulante	4
Interessante	5
Rápida	5
Previsível	3
Permite fazer o que pretende sem restrições	3
Original	5
Atrativa	5
Inovadora	5
Cómoda	5
Segura	5
Motivante	5
Cumpre as expectativas	4
Eficiente	4,5
Evidente	4
Prática	5
Atraente	5
Simpática	4,5

Tabela 10 Respostas dos alunos ao SUS.

Relativamente ao que mais gostaram na aplicação os utilizadores responderam a interação com o paciente, a sequências lógica do dialogo, a variedade e amplitude de opções que podiam escolher e a diversidade dos HV.

O que os utilizadores menos gostaram foi da existência de poucas situações de automedicação, da possibilidade de o diálogo acabar caso errem logo no início e alguns dos nomes de alguns botões não serem muito esclarecedores, situação esta que já foi corrigida.

Sobre a possibilidade de utilizar a aplicação no futuro, 60% responderam 5 e os restantes 40% responderam 4. A escolha foi justificada pelos seguintes pontos:

- é realista e pode simular uma situação real;
- permite a verificação dos conhecimentos e a interação com o paciente de uma forma criativa;
- permite praticar e perceber a sequência de perguntas que o farmacêutico deve fazer;
- ajudaria no processo de aprendizagem de forma a rever os conhecimentos, sendo uma boa ferramenta de estudo.

Após a conclusão das entrevistas foram então feitas algumas das alterações sugeridas pelos alunos, antes de serem feitos os testes com os estagiários.

5.3.2 Testes com estagiários em farmácia comunitária

Para a realização destes testes, foi criada uma página web cujo o *link* foi divulgado no Moodle da Faculdade de Farmácia pelo Professor Afonso Cavaco. Os estagiários, a partir desta página descarregaram a versão da aplicação compatível com o seu sistema operativo e instalaram-na no seu computador, descarregaram um pdf com as instruções e as tarefas para realizarem. No final preencheram um questionário Google Forms cujo o *link* se encontrava na página.

Estes testes foram realizados à versão de avaliação da aplicação e neles participaram 42 estagiários, 7 do género masculino e 35 do género feminino. Os participantes têm idades compreendidas entre os 22 e 37 anos, sendo que 92% participantes têm idades compreendidas entre os 22 e os 25 anos e os restantes 8% têm idades compreendidas entre os 30 e 37 anos.

Em relação à interface da aplicação, pode-se observar que os resultados foram positivos, sendo que no geral os participantes concordam que a informação surge devidamente organizada no ecrã, a execução de tarefas é direta e fácil e que velocidade de funcionamento é adequada (Tabela 11). Relativamente à velocidade de funcionamento, houve respostas menos positivas, podendo especular-se que estas podem dever-se às especificações do computador onde foi realizado ou a velocidade de ligação à *internet* durante o teste, já que a aplicação tem de aceder à base de dados remota.

Interface gráfica	Mediana das respostas
A informação surge devidamente organizada no ecrã (ex. número e localização dos botões/opções).	4
A execução de tarefas é direta, isto é, a escolha das opções e/ou menus é fácil.	4
A velocidade de funcionamento da aplicação é adequada.	4
O modo de selecionar a situação de automedicação a resolver é claro, não suscita dúvidas.	4
A escolha da situação de automedicação é direta, isto é, não são necessários demasiados passos.	4
As escolhas dadas ao utilizador são apresentadas de forma clara, isto é, são fáceis de ler.	4
As escolhas dadas ao utilizador são fáceis de compreender, isto é, o seu conteúdo faz sentido.	4
Todos os caracteres do ecrã são legíveis.	4

Tabela 11 Respostas dos estagiários em relação à interface gráfica da aplicação.

Relativamente à clareza da seleção da situação de automedicação e de como as opções são apresentadas aos utilizadores, estes concordam que esta é clara e que o número de passos para efetuar esta seleção é adequado.

Humanos Virtuais	Mediana das respostas
O modo de selecionar o humano virtual é claro, não suscita dúvidas	4
A seleção do humano virtual é direta, isto é, não são necessários demasiados passos	4
A aparência dos humanos virtuais é muito realista.	3
A indumentária dos humanos virtuais é muito realista.	3
O olhar dos humanos virtuais é muito realista.	3
A movimentação corporal dos humanos virtuais é muita realista.	3
É fácil ouvir/perceber as falas dos humanos virtuais.	4
É fácil ler as falas dos humanos virtuais (nas legendas).	4
Os movimentos dos lábios dos humanos virtuais estão sincronizados com a voz.	3
Concordo que este feedback é útil para o utilizador.	4

Tabela 12 Respostas dos estagiários em relação aos Humanos Virtuais.

Em relação aos Humanos Virtuais, pode verificar-se que os resultados obtidos têm medianas entre 3 e 4 (Tabela 12).

Em relação ao modo de seleção e à legibilidade das legendas das falas do HV, os participantes consideram que são claras e que não são necessários demasiados passos para a seleção do HV. Da mesma forma, estes consideram que é fácil ouvir/perceber a fala dos HV.

Relativamente à aparência dos HV, a sua indumentária, o seu olhar e os seus movimentos corporais, os participantes consideram que estes não são completamente realistas (3 – não concordo nem discordo).

Em relação à sincronização do movimento dos lábios, os participantes acham que esta ainda não é realista o suficiente (3 – não concordo nem discordo).

Os participantes consideram que o *feedback* dado através das expressões faciais era útil. Ainda sobre as expressões, alguns participantes, 45%, acham que deviam ser introduzidas novas expressões, como por exemplo, a expressão de dor, duvida/confusão, irritado, interessado, desinteressado, preocupação, desconfiança, incómodo e admiração.

A nível de animações corporais estes acham que os HV deveriam poder inclinar o corpo, gesticular das mãos e braços, inclinar a cabeça em gesto de negação ou confirmação e encolhimento dos ombros.

Apreciação global	Mediana das respostas
Satisfaz-me a informação que recebo no final de um caso, relativa ao meu desempenho na sua resolução.	4
Satisfaz-me a informação que recebo no menu de Histórico, relativa ao meu desempenho na resolução dos vários casos.	4
Globalmente considero a aplicação fácil de utilizar.	4
Globalmente considero que a aplicação é agradável de utilizar.	4
Globalmente a aplicação corresponde às minhas expectativas, isto é, responde aos objetivos antecipados.	4

Tabela 13 Respostas dos alunos em relação à apreciação global da aplicação.

Relativamente à informação que a aplicação dá ao utilizador no final da resolução do caso e no histórico, os participantes concordam que esta é suficiente (Tabela 13).

A grande maioria dos participantes, 92%, consideram que globalmente a aplicação é fácil de utilizar e no geral a aplicação correspondeu às suas expectativas.

47% dos participantes sugerem alterações à aplicação em que algumas das sugestões encontram-se implementadas na versão de treino, como por exemplo, a possibilidade de ver as questões erradas e sua correção. Também foi sugerido uma maior clareza na avaliação, mais situações para resolver e um menu de fármacos para escolher durante o aconselhamento.

Relativamente ao questionário de Usabilidade e Satisfação de Utilização (Tabela 14) é possível observar que os utilizadores consideram a aplicação criativa, fácil de aprender, estimulante, interessante, rápida, original, atrativa, inovadora, segura, motivante, cumpre as expetativas, eficiente, prática, atraente e simpática. Também se pode observar que os utilizadores se possam sentir um pouco limitados na utilização da aplicação.

Quando inquiridos sobre o que mais gostaram na aplicação os participantes reponderam a interação com o paciente assim com os movimentos que ele realizava; o

facto de ser forma cómoda de avaliar os conhecimentos e a exposição do utilizador a casos práticos que só seriam encontrados durante o estágio numa farmácia comunitária; e gostaram da simplicidade e facilidade do uso da aplicação.

O que menos gostaram na aplicação tem a haver com o facto de existirem poucas situações de automedicação; a voz mecanizada dos personagens; a existência de poucas opções durante a simulação e falta de informação nos pontos onde erraram.

SUS	Mediana das respostas
Fácil de perceber	4
Criativa	4
Fácil de aprender	4
Estimulante	4
Interessante	4
Rápida	4
Previsível	3,5
Permite fazer o que pretende sem restrições	3
Original	4
Atrativa	4
Inovadora	4
Cómoda	4
Segura	4
Motivante	4
Cumpre as expectativas	4
Eficiente	4
Evidente	4
Prática	4
Atraente	4
Simpática	4

Tabela 14 Respostas dos estagiários ao SUS.

Sobre a possibilidade de utilizar a aplicação no futuro, 45% dos participantes classificaram com 4 e 48% com 5, justificando que a aplicação pode ser uma boa ferramenta de treino e de estudo, se for bem explorada e diversificada em situações possíveis de automedicação. Permite também melhorar o atendimento real relembrando conceitos aprendidos nas aulas e que, entretanto, foram esquecidos.

Na segunda parte, os resultados do questionário em aberto sobre o potencial da utilização da aplicação na educação, os estagiários consideram que a aplicação pode ser útil para alunos que se encontram em fase de estágio, para alunos do 4º e 5º ano de Ciências Farmacêuticas assim como para farmacêuticos e técnicos de farmácia.

Consideram ainda que a aplicação pode ser usada com um meio de treino tanto de competências como de preparação para o estágio, servindo ainda para rever, consolidar conceitos adquiridos, mas que, entretanto, já foram esquecidos, servindo de apoio às aulas dadas pelo professor. Através do uso da aplicação alguns dos inquiridos consideram ainda que esta pode proporcionar uma melhoria no atendimento em situações reais.

A nível das desvantagens da utilização desta aplicação foi indicado que a repetibilidade dos casos pode ser um problema, e que em situações reais as respostas dos pacientes nem sempre são tão previsíveis e civilizadas.

Existem um grande consenso entre os estagiários relativamente à finalidade com que esta aplicação deve ser utilizada, sendo que na opinião destes a aplicação deve ser utilizada principalmente para treino.

Relativamente à possibilidade de esta aplicação com inclusão de manuais e textos tipo *e-learning*, substituir a formação presencial foi do consenso geral de todos os participantes que isto não poderia acontecer, considerando que a presença do professor é essencial, tanto na explicação como na ligação de conceitos através da sua experiência, que facilita a retenção dos conceitos nos alunos.

5.4 Discussão

A realização dos testes com os diferentes grupos de utilizadores teve como finalidade identificar os pontos críticos da aplicação, tanto nível da sua interface e usabilidade, como também avaliar uma futura possibilidade de integrar a aplicação como complemento às aulas dadas pelo professor.

Na primeira parte dos testes foi possível concluir que a aplicação apresenta uma interface simples, fácil de utilizar, em que a informação surge devidamente organizada na interface.

Relativamente aos Humanos Virtuais, este foi um ponto onde houve uma maior discrepância entre as opiniões dos participantes. Estes consideram que os HV não são ainda muito realistas, sendo que os pontos mais críticos dizem respeito à fala dos personagens, nomeadamente a sincronização do áudio com o movimento dos lábios da personagem e os movimentos corporais.

Devido à diferença da versão da aplicação testada entre os participantes, é possível verificar que os que testaram a versão de avaliação não se encontram totalmente

agradados com a informação que lhes é apresentada no final da resolução de cada situação de automedicação assim como outras informações, por exemplo acerca das patologias, considerando-a insuficiente. Por outro lado, os participantes que utilizaram a versão de treino já não são da mesma opinião que os anteriores, considerando que a informação lhes é apresentada é suficiente.

Relativamente à possibilidade de se utilizar a aplicação no futuro, os utilizadores mostraram a intenção de a utilizar, caso esta lhes fosse disponibilizada. Estes consideram ainda que a aplicação é útil e que a sua utilização antes do estágio seria benéfica para eles, pois permite-lhes obter visão geral de como se processa o atendimento numa farmácia, conseguindo desta forma um melhor desempenho durante estágio. Também consideram que a aplicação permite treinar o seguimento do protocolo, ou seja, que perguntas devem ser feitas ao doente e a sua ordem durante o atendimento, assim como relembrar conceitos aprendidos nas aulas de uma forma cómoda e interativa.

Devido ao *feedback* que lhes é fornecido no fim de cada sessão de atendimento, no caso da versão treino, estes consideram que esta é uma mais valia, pois permite-lhes identificarem os erros cometidos, de modo a perceberem onde devem melhorar, para que em atendimentos posteriores procedam de forma mais correta.

Na segunda parte do questionário foi possível concluir que os utilizadores consideram que a aplicação pode ser utilizada para treino de capacidades de atendimento e na capacidade resolução de problemas, relembrando conceitos aprendidos ao longo do ano. Contudo, esta apresenta algumas limitações, nomeadamente a repetibilidade dos casos, as repostas dadas pelos doentes não serem assim tão previsíveis como na realidade, ou seja, não é possível cobrir todos os cenários possíveis e eventos que possam ocorrer numa situação real.

A maioria dos utilizadores consideram que a aplicação deverá ser utilizada como forma de treino e avaliação formativa, como um complemento às aulas, de modo a praticarem o aconselhamento e técnicas de comunicação em farmácia comunitária, não devendo ser utilizada como forma de avaliação sumativa, nem como substituição das aulas, mesmo que acompanhada com manuais e textos de apoio (tipo *e-learning*), considerando que o papel do professor tem um grande impacto na aprendizagem, não podendo assim ser em qualquer momento substituído.

5.5 Conclusão

Neste capítulo descreveram-se os testes efetuados à componente de simulação da Virtual Pharamcy, com utilizadores ligados à área das Ciências Farmacêuticas.

Relativamente a alguns pontos que os utilizadores consideraram menos positivos, é sempre possível melhorar, nomeadamente, é sempre possível inserir novas situações de automedicação e novos HV mais realistas, no entanto esta ultima pode ter um custo associado (preço de modelos 3D).

Relativamente às vozes de TTS, talvez se possam obter resultados ainda melhores em versões futuras.

Capítulo 6

Conclusões e trabalho futuro

6.1 Balanço final

No que diz respeito à área em que este projeto se enquadra, o treino de competências de comunicação na área da Saúde, mais especificamente das Ciências Farmacêuticas, existe um conjunto muito pequeno de ferramentas que permitem a concretização do treino ou avaliação dos alunos. Contudo, algumas destas ferramentas são criadas dentro da própria instituição para uso interno, e outras são versões comerciais muito dispendiosas, não estando ao alcance de todas as instituições.

Procurou-se implementar uma solução de baixo custo que pudesse ser de facto utilizada para o treino e avaliação dos alunos.

Tendo todos estes fatores em consideração, foi implementada uma ferramenta de *software* que pode ser utilizada em contextos de ensino em Ciências Farmacêuticas. Nela são simuladas situação de passíveis de automedicação em farmácia comunitária, isto é, situações onde um doente se dirige a uma farmácia para solicitar um medicamento não sujeito a receita médica. Através da interação com o doente virtual ou HV, o estudante, pode treinar as suas competências técnicas e de comunicação. Neste momento a ferramenta está focada para alunos de ciências farmacêuticas, em particular para situações de automedicação em farmácia comunitária

A solução proposta apenas requer a utilização de um computador, não acarretando custos com equipamentos adicionais. O *software* utilizado no desenvolvimento do projeto é software gratuito ou com licença gratuita para o desenvolvimento académico. O pacote de voz masculina em português foi-nos gentilmente cedido ao abrigo de um protocolo de investigação entre a FCUL e a Microsoft Portugal. Para o desenvolvimento da aplicação foi utilizado o Unity3D e para o desenvolvimento dos humanos virtuais (HV) foram utilizados o Blender, o DazStudio e o Maya.

A utilização de *software* gratuito permitiu que o custo de desenvolvimento da aplicação se mantivesse o mais baixo possível. Por outro lado, a utilização de *software* gratuito tem sempre algum tipo de limitação, o que, por sua vez, se pode refletir no resultado final, como, por exemplo, a qualidade dos HV ou a fala sintetizada.

Uma das grandes possibilidades deste projeto é a possibilidade de se adaptar facilmente a outras áreas que envolvam a necessidade de recorrer a um interlocutor virtual para comunicar com um utilizador real, por exemplo, assistente, tutor, cliente, entre outros.

Foram realizados testes à aplicação a fim de saber se de facto, na opinião tanto dos alunos como de peritos, esta aplicação poderia ser utilizada para o fim a que foi destinada, sendo que os resultados foram positivos, o que demostra que de facto a aplicação teve algum impacto nos utilizadores. No entanto, na opinião de grande parte dos utilizares, apenas deveria ser utilizada para treino e não para avaliação.

A nível pessoal, o desenvolvimento deste projeto foi muito enriquecedor a diferentes níveis. O seu desenvolvimento permitiu estar em contacto com os mais diversos tipos de ferramentas, explorando-as e aprendendo-as. Este projeto permitiu, por exemplo, a aprendizagem da ferramenta Unity3D que era uma das ferramentas que já pretendia explorar há algum tempo.

A nível de competências técnicas, permitiu também explorar várias componentes utilizadas no desenvolvimento de *software*, como, por exemplo, base de dados (MySQL, sql), desenvolvimento de *sites* (HTML, JavaScript, CSS) e da aplicação (C#), e colocar todas estas componentes a comunicarem entre si.

O projeto exigiu que fossem delineadas várias fases para o seu desenvolvimento ao longo dos 9 meses, como as atividades e tarefas a realizar. Isto permitiu perceber o quão importante é o planeamento e o quão importante é respeitar o planeamento, pois só desta forma é possível realizar um projeto dentro do prazo.

O desenvolvimento do projeto permitiu estar em contacto com pessoas de outras áreas (Ciências Farmacêuticas), o que foi uma experiência interessante, pois permitiu entender como é que profissionais não informáticos encaram as capacidades das aplicações informáticas.

Desde que começou o desenvolvimento deste trabalho, sempre que houve a necessidade de uma ida à farmácia, devido a algum problema que tivesse, esta ida nunca mais foi a mesma, pois durante o atendimento estava sempre atento se o farmacêutico

percorria todas as fases de atendimento (abertura, avaliação, aconselhando e fecho) de forma a fazer-lhe uma avaliação. Isto significa que este projeto provocou algum impacto em mim, o que considero bom.

6.2 Trabalho futuro

A ferramenta Virtual Pharmacy foi desenvolvida em específico para o contexto das Ciências Farmacêuticas com o objetivo do treino de competências nos alunos de Ciências Farmacêuticas. Contudo, esta apresenta uma enorme capacidade de adaptação a outros contextos das mais diversas áreas, como por exemplo, o Ensino, Saúde, Ciências Sociais e entre outras, em que exista a necessidade de recorrer a um interlocutor virtual para comunicar com um utilizador real e vice-versa, por exemplo, um assistente, tutor, cliente, doente, entre outros.

Com uns pequenos ajustes na ferramenta, é possível muito facilmente exportá-la para contextos completamente diferentes e em línguas diferentes, mas em que o paradigma seja o mesmo, ou seja, em que haja uma comunicação entre o personagem virtual e um utilizador real. Inclusive, foi até feita uma demostração desta aplicação no contexto do *Cyberbullying* em língua Inglesa que gerou reações muito positivas.

Com a adaptação da ferramenta a outros contextos, surge a possível necessidade de desenvolver mais funcionalidade e efetuar algumas alterações, de forma a que esta possa acompanhar os requisitos do contexto em questão.

Em relação à ferramenta atual, esta trata-se de uma prova de conceito funcional e estável, no entanto ainda existem pequenos pontos que podem ser melhorados e atividades que ainda podem ser feitas em futuras iterações, como por exemplo, podem ser realizadas melhorias aos HV (aparência, expressões e movimentos corporais), e realizados testes com utilizadores a fim de validar os HV, tanto na sua aparência como nas suas expressões faciais e movimentos corporais.

Ainda sobre as personagens virtuais, estas poderiam ser melhoradas a nível visual, possivelmente através de modelos pagos, pois estes normalmente apresentam uma aparência mais realista.

Podem também ser feitos alguns ajustes à fala das personagens, nomeadamente a sincronização do áudio com o movimento dos lábios da personagem.

Ao nível do realismo geral dos gráficos (aparência dos personagens) da aplicação poderia se optar por desenvolver a aplicação num outro motor de jogo, o Unreal Engine,

que, tal como o Unity3D, trata-se de um motor de jogo dedicado ao desenvolvimento de jogos. No entanto, no Unreal Engine consegue produzir resultados mais realistas sendo considerado um motor de próxima geração. As principais diferenças entre estes, além de terem uma forma de desenvolver diferentes, o Unreal Engine tem algoritmos de *rendering* e materiais mais avançados, o que falta ao Unity3D. Alguns destes problemas no Unity3D podem ser ultrapassados através de *plugins*, mas muitos deste têm um custo associado e podem não funcionar da maneira desejada.

Além das pequenas melhorias que podem ser feitas, é sempre possível enriquecer a aplicação com novos personagens e cenários.

Apêndice A

Questionário

Farmácia Virtual

O objetivo deste estudo é o desenvolvimento de humanos virtuais para a aquisição e treino de competências de atendimento em automedicação.

Com este questionário pretende-se avaliar a aplicação, assim como identificar os seus problemas.

Muito obrigado pela sua participação!

1. E-mail:_____
2. Idade: _____
3. Género:
   Masculino: __ Feminino: __
4. Sente-se confortável ao utilizar um computador?
   Sim: __ Não: __
5. Costuma jogar jogos de vídeo?
   Sim: __ Não: __

6. Ocupação:
   Estudante: __
   Estudante trabalhador: __
   Docente: __
   Profissional: __

7. [Se estudante] Em que ano do curso se encontra?
   1º: __
   2º: __
   3º: __
   4º: __
   5º: __

8. [Se estudante trabalhador] Trabalha para farmácia?
   Sim: __ Não: __

9. [Se profissional] Indique em que área trabalha:
   Farmácia comunitária: __
   Farmácia hospitalar: __
   Indústria farmacêutica: __
   Análises clínicas: __
   Outra: __

Conjunto 1

Usabilidade da aplicação Farmácia Virtual

Em relação à aplicação que utilizou – Farmácia Virtual – indique por favor qual o seu grau de concordância com as seguintes afirmações.

Obrigado.

10. Interface Gráfica:

	Concordo totalmente	**Concordo**	**Não concordo nem discordo**	**Discordo**	**Discordo totalmente**
A informação surge devidamente organizada no ecrã (ex. número e localização dos botões/opções)					
A execução de tarefas é direta, isto é, a escolha das opções e/ou menus é fácil.					
A velocidade de funcionamento da aplicação é adequada.					
O modo de selecionar a situação de automedicação a resolver é claro, não suscita dúvidas.					
A escolha da situação de automedicação é direta, isto é, não são necessários demasiados passos.					
As escolhas dadas ao utilizador são apresentadas de forma clara, isto é, são fáceis de ler.					
As escolhas dadas ao utilizador são fáceis de compreender, isto é, o seu					

conteúdo faz sentido.					
Todos os caracteres do ecrã são legíveis.					

11. Humanos Virtuais

	Concordo totalmente	**Concordo**	**Não concordo nem discordo**	**Discordo**	**Discordo totalmente**
O modo de selecionar o humano virtual é claro, não suscita dúvidas					
A seleção do humano virtual é direta, isto é, não são necessários demasiados passos					
A aparência dos humanos virtuais é muito realista.					
A indumentária dos humanos virtuais é muito realista.					
O olhar dos humanos virtuais é muito realista.					
A movimentação corporal dos humanos virtuais é muita realista.					
É fácil ouvir/perceber as falas dos humanos virtuais.					
É fácil ler as falas dos humanos virtuais (nas legendas).					

12. Em relação à questão seguinte, note que a expressão facial do Humano Virtual dá feedback sobre o desempenho ao longo da resolução do caso. Isto é, se a resposta escolhida é a mais correta, o Humano Virtual faz uma expressão de agrado. Caso contrario, a expressão facial fica mais carregada.

	Concordo totalmente	**Concordo**	**Não concordo nem discordo**	**Discordo**	**Discordo totalmente**
Concordo que este feedback é útil para o utilizador.					

13. Acha necessária a introdução de novas expressões faciais nos humanos virtuais?

Sim:__ Não:__

14. Se sim, quais?

_____
_____

15. Que tipo de animações corporais seriam mais adequadas para este tipo de situações (por exemplo, inclinação do tronco, inclinação da cabeça)?

_____

_____

16. Apreciação global

	Concordo totalmente	**Concordo**	**Não concordo nem discordo**	**Discordo**	**Discordo totalmente**
Satisfaz-me a informação que recebo no final de um caso, relativa ao meu desempenho na sua resolução.					
Satisfaz-me a informação que recebo no menu de Histórico, relativa ao meu desempenho na resolução dos vários casos.					
Globalmente considero a aplicação fácil de utilizar.					
Globalmente considero que a aplicação é agradável de utilizar.					
Globalmente a aplicação corresponde às minhas expectativas, isto é, responde aos objetivos antecipados.					

17. Sugere alterações à aplicação, incluindo a adição de novas funcionalidades?

_____

_____

18. Se sim, quais?

_____

_____

19. Se considerar necessário acrescente aqui comentários?

_____

_____

Questionário de Usabilidade e Satisfação de Utilização – Conjunto 2

20. A aplicação é:

	Concordo totalmente	Concordo	Não concordo nem discordo	Discordo	Discordo totalmente
Fácil de perceber					
Criativa					
Fácil de aprender					
Estimulante					
Interessante					
Rápida					
Previsível					
Permite fazer o que pretende sem restrições					
Original					
Atrativa					
Inovadora					
Cómoda					
Segura					
Motivante					

Cumpre as expectativas					
Eficiente					
Evidente					
Prática					
Atraente					
Simpática					

21. O que mais gostou na aplicação?

_____

_____

22. O que menos gostou na aplicação?

_____

_____

Sobre o uso futuro da aplicação

23. :

	Concordo totalmente	**Concordo**	**Não concordo nem discordo**	**Discordo**	**Discordo totalmente**
Sente que usaria esta aplicação no futuro?					

24. Porque?

_____

_____

25. De que forma esta aplicação poderia mudar a qualidade do se desempenho profissional?

_____

_____

26. O que gostaria de ver nesta aplicação e que não viu?

_____

_____

Conjunto 3

Opinião sobre o uso da aplicação Farmácia Virtual

Em relação à aplicação que utilizou – Farmácia Virtual – responda por favor às seguintes questões escrevendo nas respetivas caixas de resposta.

Obrigado.

27. Qual o público-alvo que mais poderia beneficiar com a utilização desta aplicação?

_____

_____

28. Quais as vantagens/benefícios resultantes da utilização desta aplicação?

_____

_____

29. Quais as desvantagens/prejuízos resultantes da utilização desta aplicação?

_____

_____

30. Considerando que a aplicação pode ser utilizada para treino e/ou avaliação, qual, na sua opinião, deve ser a principal finalidade?

_____

_____

31. Como vê a integração desta aplicação com a formação pré e pós-graduada (por exemplo, de que forma a aplicação poderia substituir as formas tradicionais de avaliação na formação pré-graduada)?

_____

_____

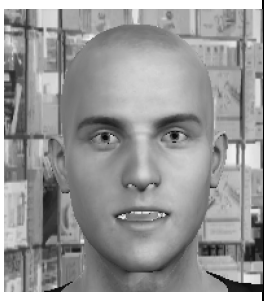
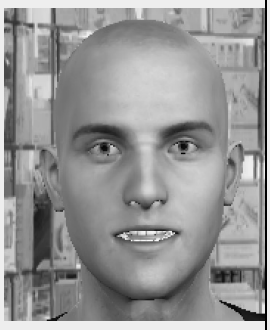
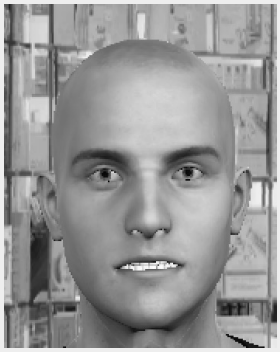
32. Caso a aplicação inclua manuais e textos do tipo e-learning, considera que este modelo pode substituir a formação presencial?

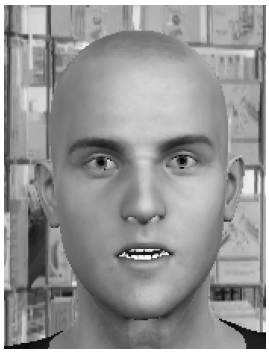
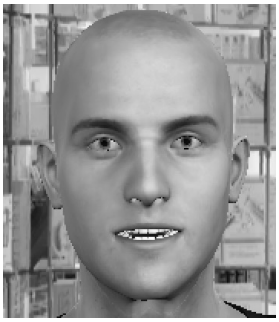
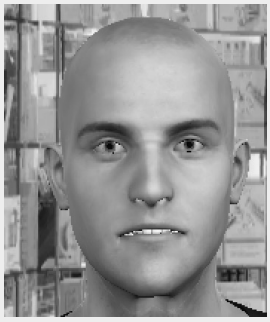
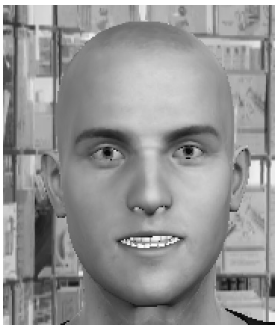
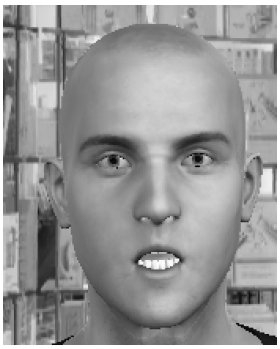
_____

_____

Apêndice B

Elementos Adicionais

Nome das blend shapes do Unity	Visema correspondente	Nome das blend shapes do Unity	Visema correspondente
SK.AA		SK.IY	
SK.EH		SK.K	

Nome das blend shapes do Unity	Visema correspondente	Nome das blend shapes do Unity	Visema correspondente
SK.ER		SK.L	
SK.F		SK.M	
SK.IH		SK.OW	

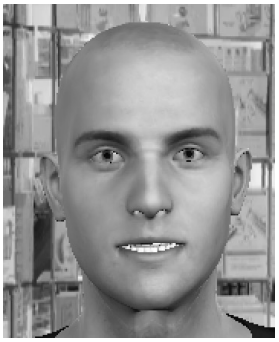
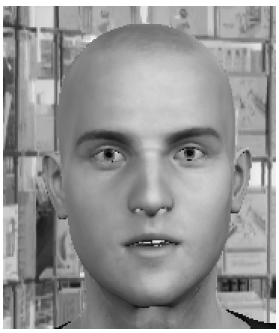
Nome das blend shapes do Unity	Visema correspondente	Nome das blend shapes do Unity	Visema correspondente
SK.S		SK.TH	
SK.SH		SK.UW	
SK.T		SK.W	

Tabela 15 Blend Shapes.

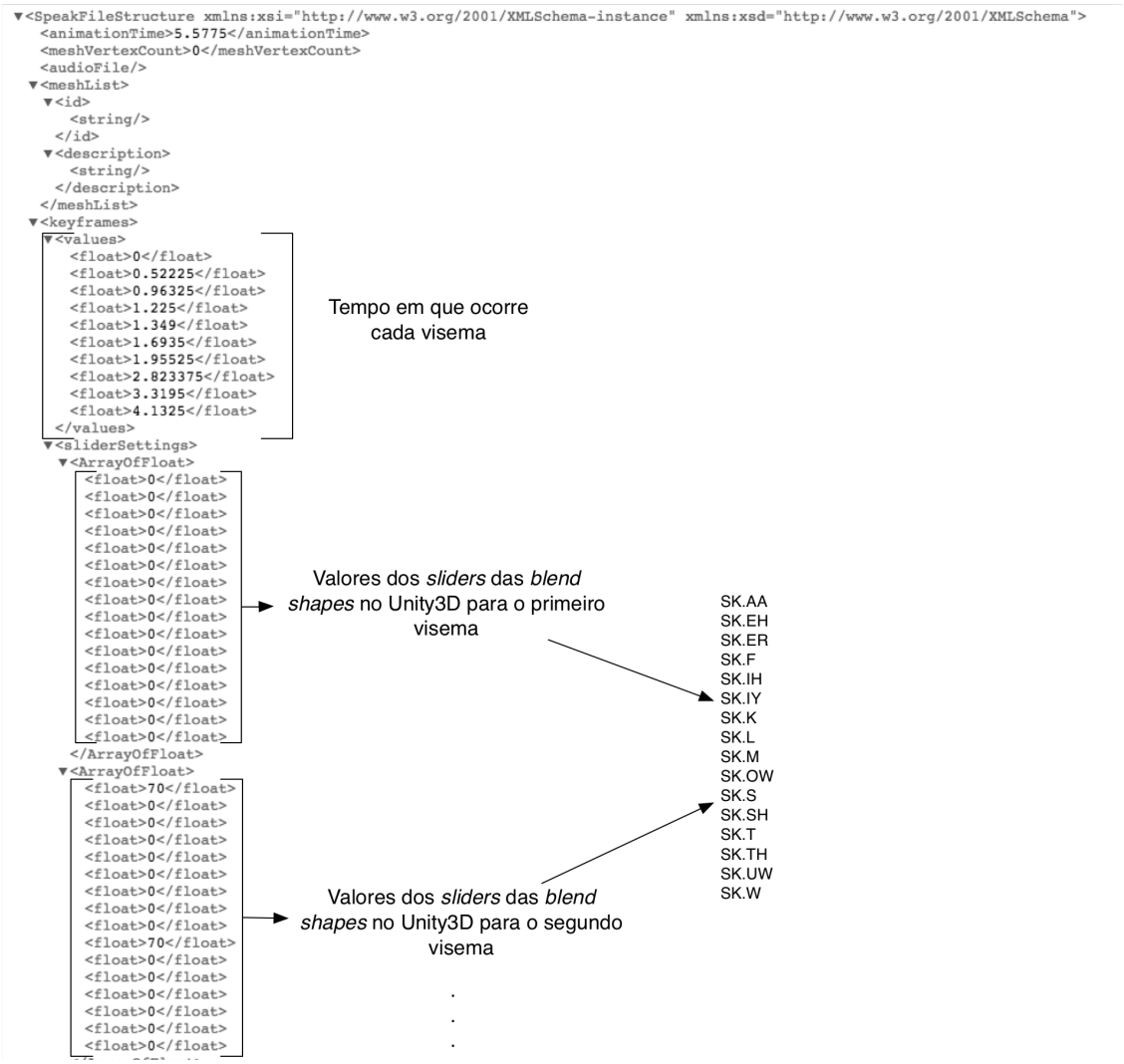


Figura 37 Exemplo de um ficheiro XMl (parcial).

Apêndice C

Manual de utilização da Virtual Pharmarcy

Virtual Pharmacy

A Virtual Pharmacy é uma ferramenta cujo o seu propósito é treinar e avaliar as competências sociais dos alunos, em contextos de ensino em Ciências Farmacêuticas.

Esta ferramenta pretende, através da simulação de situações reais de atendimento, colocar os alunos no lugar de um profissional de saúde, tentando resolver diversas situações passíveis de automedicação. Cada uma delas pode ter vários desfechos em que a expressão facial de agrado ou desagrado do HV é influenciada pelas escolhas efetuadas pelo aluno no decorrer do atendimento.

A Virtual Pharmacy é composta por duas aplicações, a VP_SIM (Virtual Pharmacy Simulation) e a VP_Office (Virtual Pharmacy Backoffice).

C.1 Instalação da VP_SIM

VP_SIM, é destina aos alunos, onde estes podem resolver diversas situações passíveis de automedicação simuladas, em que cada uma destas situações pode ter vários desfechos. No decorrer do atendimento, são dadas aos alunos várias opções em que este deve escolher aquela que melhor se adequa no dado momento, sendo que o estado emocional do HV é influenciado de acordo com estas escolhas. No caso da versão de avaliação, no fim da resolução de cada situação, é mostrado ao aluno o seu desempenho e todas as escolhas efetuadas por ele são guardadas num base de dados para serem posteriormente consultadas pelo professor. Na versão de treino, é mostrado ao aluno no final de cada resolução, informação detalhada acerca das questões que errou e que deveria ter escolhido. Também é possível ao aluno consultar informação adicional sobre patologias, medicação, protocolos, entre outras.

Esta aplicação gera simulações de casos de automedicação, que tem como cenário virtual uma farmácia comunitária, em que o utilizador se encontra na pele de um farmacêutico.

Esta simulação consiste na exposição ao aluno das diversas situações clínicas aos quais este deve resolver de forma poder gerar um diagnóstico ou aconselhamento correto. Cada situação clínica ou caso a resolver pelo aluno é interpretado por um humano virtual com um tipo de doença associado, sendo possível alguma interação entre estes. As intervenções do humano virtual são feitas através de fala, que é gerada através de um sintetizador, e ao aluno são apresentadas diversas escolhas em forma de texto que ele deverá escolher a que melhor se adequa. Ao longo da simulação a reação exibida pelo humano virtual em termos de expressão facial e entoação de voz, vão sendo o espelho das escolhas efetuadas pelo aluno.

De forma a não dar a sensação ao aluno de já ter resolvido aquela situação ou caso, o humano virtual e a doença ou problema a ele associada é escolhida de forma aleatória, dando assim uma enorme quantidade de casos que ele pode resolver, não dando assim a sensação de já ter resolvido aquele caso.

Para o desenvolvimento desta aplicação pretende-se recorrer apenas a ferramentas gratuitas, como por exemplo o Blender e o Unity, de forma a manter um custo de produção baixo, ao contrário de outras aplicações existentes no mercado com o objetivo semelhante a esta, terem um elevado custo.

Requisitos

- Sistema operativo: Windows XP+, Mac OS 10.7+ e Linux
- Placa Gráfica: DX9(shader model 2.0), em prencipio qualque uma feita desde 2004 deve funcionar;
- CPU: SSE2

Distribuição da aplicação

A pasta onde a aplicação está contida deve conter os seguintes ficheiro dependendo da versão do sistema operativo.

Mac e Linux:

- Pasta "*AudioFiles*"
- Ficheiro "*configFile.txt*"

- *Farmacia Virtual.app*

Windows:

- Pasta "*AudioFiles*"
- Pasta "*FarmaciaVirtual_Data*"
- Ficheiro "*configFile.txt*"
- *Farmacia Virtual.exe*

Descrição:

- Pasta "AudioFiles" – É nesta pasta onde se colocam os ficheiros áudio e xml com as informações para as animações, ou seja é aqui que se coloca a pasta com o nome do caso gerada pelo áudio generator.
- Pasta "*FarmaciaVirtual_Data*" – Apenas existe na versão do Windows e diz respeito aos dados da aplicação, sem ela a aplicação não corre.
- *FarmaciaVirtual.app* e *FarmaciaVirtual.exe* – Respetivamente versão do Mac os e Windows, diz respeito ao executável da aplicação.
- Ficheiro "*configFile.txt*" – Este ficheiro contém os dados para a ligação à base de dados.

Antes de distribuir a aplicação o ficheiro "*configFile.txt*" deve ser alterado de forma a ter a informação correta, esta informação diz respeito à ligação à base de dados:

- "*Server="* – endereço do servidor
- "*Database*=" – nome da base de dados
- "User *ID*=" – nome do utilizador
- "*Password*=" – palavra – passe

Exemplo do ficheiro:

"Server=endereço_do_servido.com;Database=nome_da_base_de_dados;User ID=nome_do_utilizador;Password=palavra_passe;Pooling=true".

Depois de preenchido o ficheiro com a informação correta, pode ser criado um zip, e distribui-lo aos futuros utilizadores.

C.2 Base de dados

Nesta secção vai ser dada a informação de como configurar a base de dados de forma a funcionar com a aplicação a VP_SIM e a VP_Office.

Aqui vai ser dada uma demonstração de como utilizar a base de dados no ambiente local, ou seja, no próprio computador.

Instalação da base de dados MySQL

- Fazer download e instalar o MySQL. Durante a instalação irá aparecer para criar um utilizador e a password. Neste caso foi utilizado "root" e password: "apppei".

http://dev.mysql.com/downloads/windows/installer/

- Criar uma nova (1) ligação MySQL com o nome (2), Figura 38;

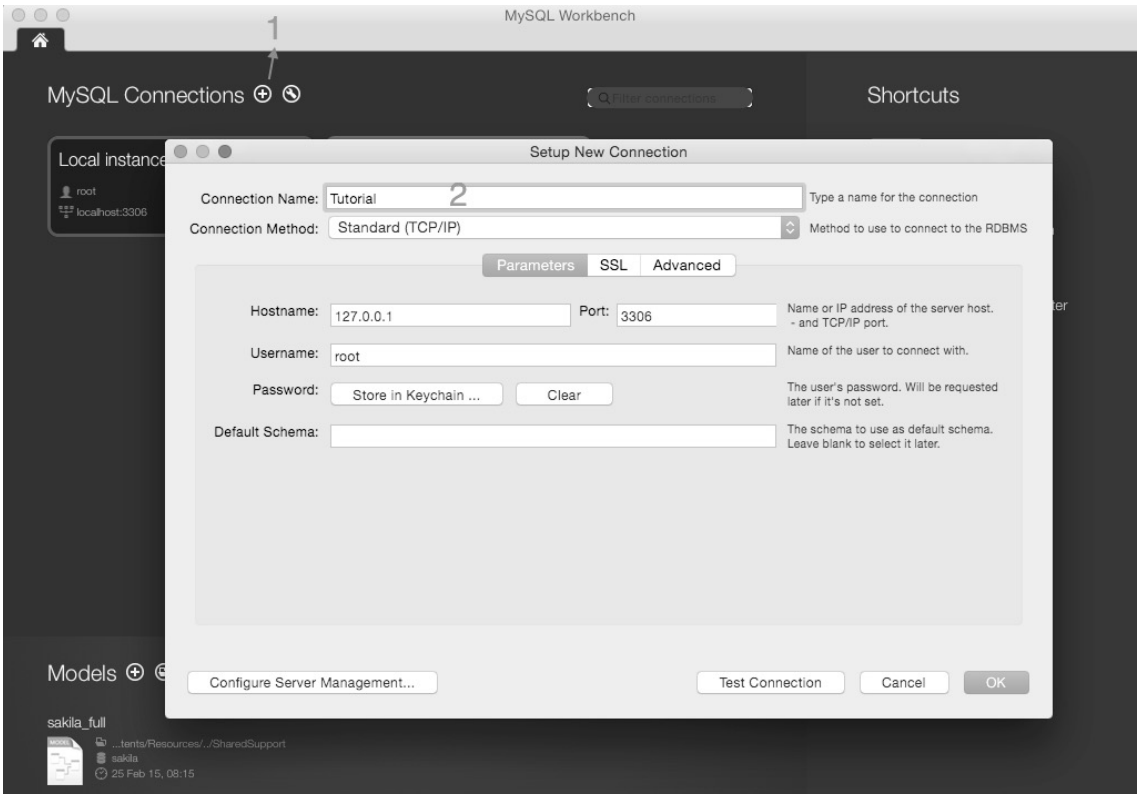


Figura 38 Criação de uma nova ligação MySQL.

• Criar um novo *Schema* (clique direito do rato sobre a área assinalada a 1, e selecionar "*Create Schema*") com o nome "TutorialSchema" 2, Figura 39.

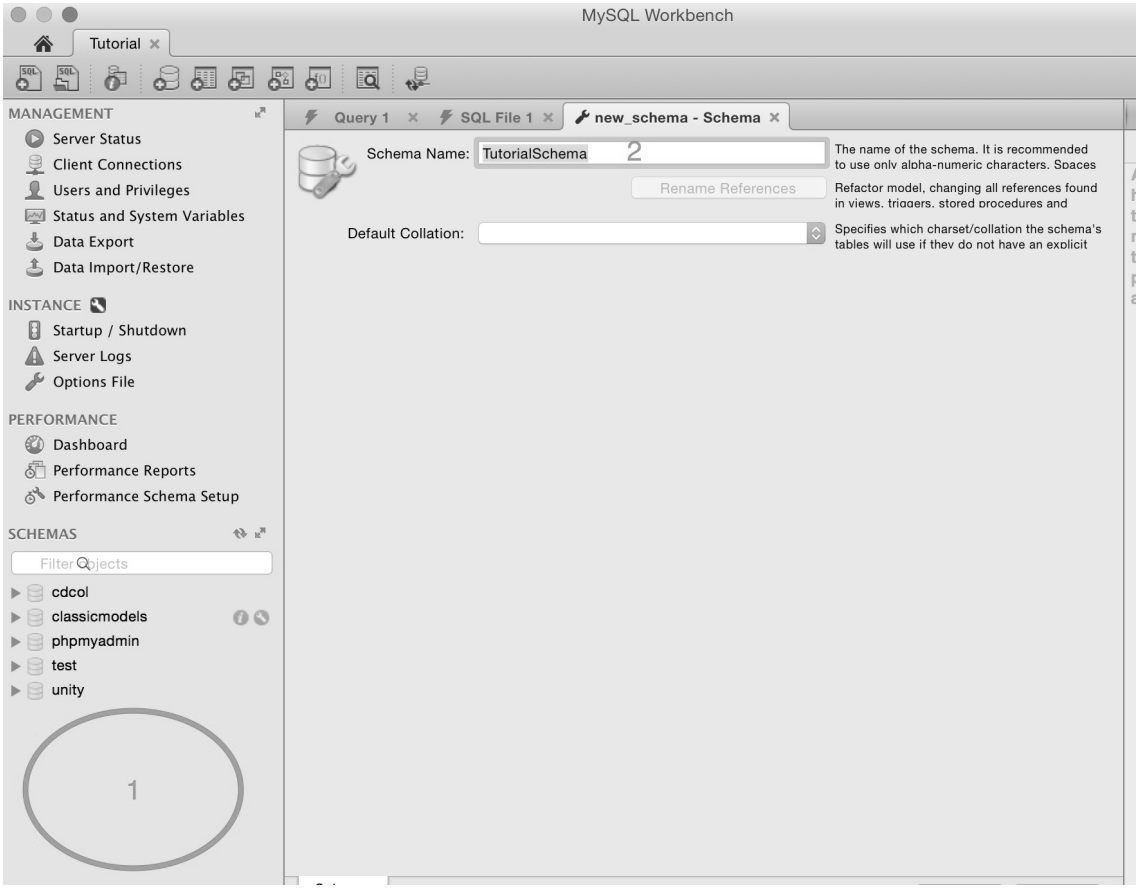


Figura 39 Criar um novo Schema.

- Colocar os *Schema* acabado de criar um *default.* Clicar com o botão direito em cima de *TutorialSchema* que irá aparece na zona assinalada a 1, e selecionar "*Set as Default Schema*".
- Criar toda a estrutura das tabelas através do script MySQL fornecido. Para abrir o ficheiro clicar na zona assinalada na Figura 40, e escolher o ficheiro MsSQL fornecido.

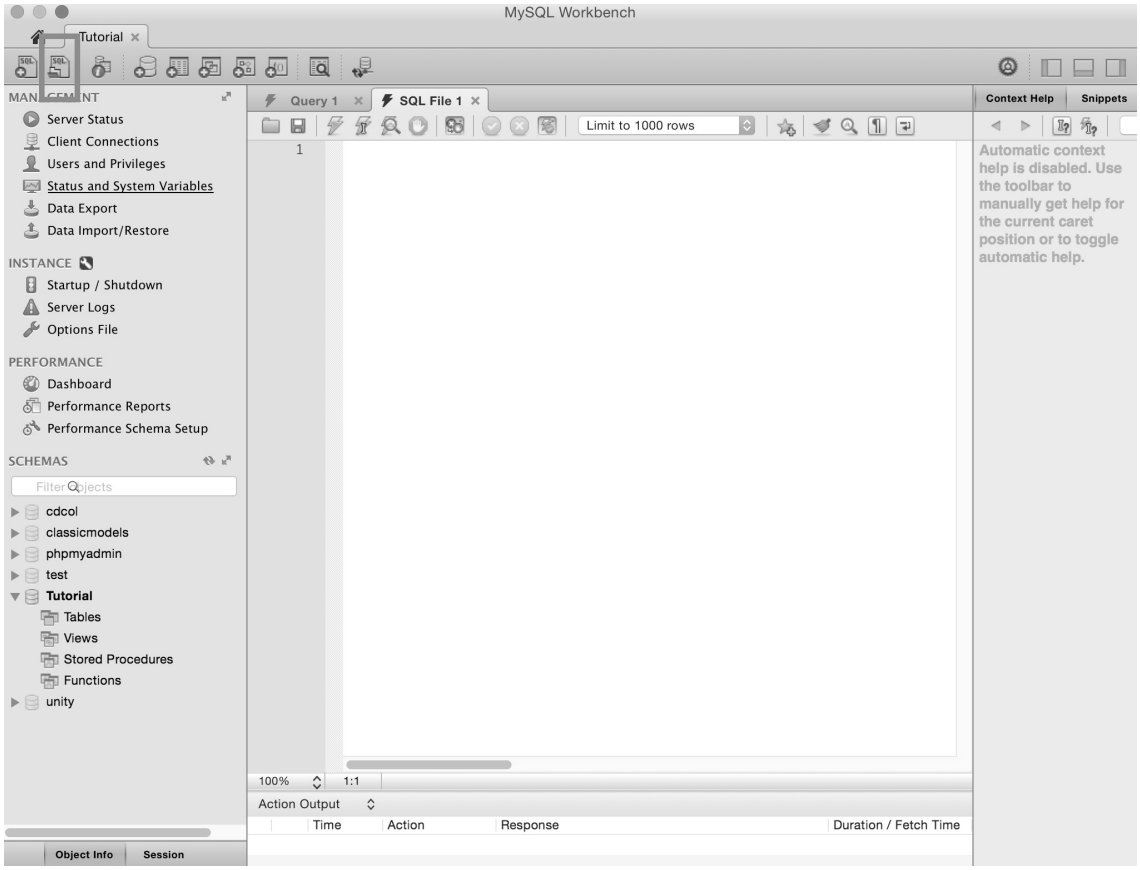


Figura 40 Abrir ficheiro sql.

C.3 Instalação da VP_Office

O VP_Office é uma aplicação web que permite ao professor gerir todo o conteúdo da aplicação VP_SIM, como os caso e elementos de estudo.

Instalação e configuração do VP_Office (site)

- Se não existir a possibilidade de colocar o site num local online, e pode correr localmente através da instalação do XAMPP (https://www.apachefriends.org/pt_br/index.html). Esta instalação é necessária porque o site tem código PHP, e como o PHP só corre no servidor, é necessário simular um servidor através da instalação do XAMPP.
- Para configurar a ligação à base de dados deve-se dentro da pasta "Site" localizar o ficheiro "connection.php" que se encotra dentro da pasta "php". Neste ficheiro deve-se alterar a variável $link para "$link =

mysqli_connect("localhost","root", "apppei", "TutorialSchema")". O primeira argumento diz respeito ao endereço da base de dados, o segundo diz respeito ao nome de utilizador da base de dados, e finalmente o ultimo diz respeito ao nome do esquema.

- Após a instalação do XAMPP e alteração do ficheiro, deve-se copiar todo o conteúdo que se encontra dentro da pasta "Site", para a pasta "htdocs" que se encontra dentro na pasta de instalação do XAMPP.

C.4 Adição de novos conteúdos na base de dados

Adição de novos casos de automedicação

Para adicionar novas situações de automedicação na base de dados na aplicação deve-se começar primeiro por:

1º Construção do dialogo

Para construir o dialogo deve-se aceder ao site de Backoffice (como o site está localizado localmente através do site, deve-se aceder através do endereço: (http://localhost) e clicar em "Criar Casos", ou em "Recursos" e de seguida em "Criar Caso", Figura 41.

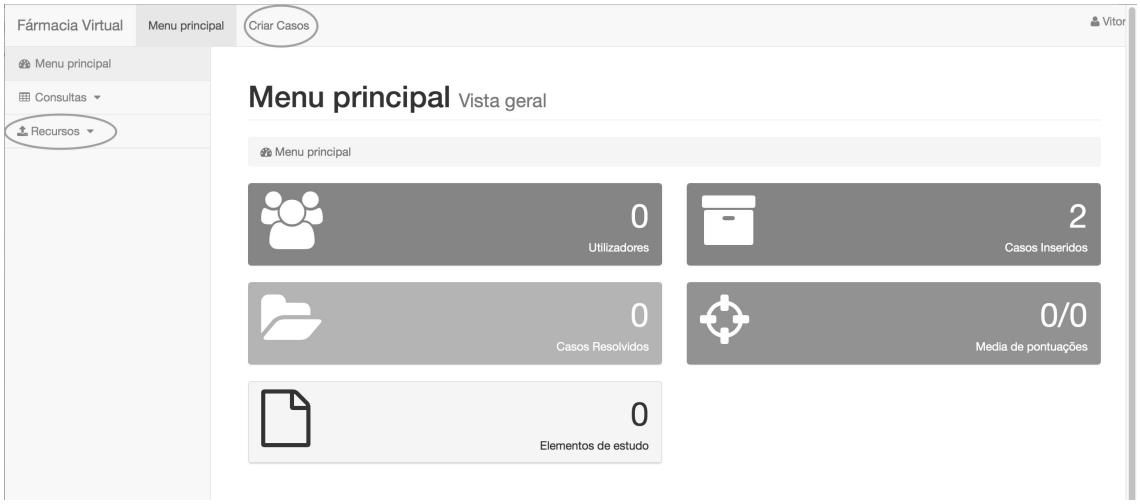


Figura 41 Criar um novo caso.

De seguida deve-se criar os diálogo pretendido, clicando com o botão direito do rato e escolher o tipo de nó para o tipo de fala pretendido, Figura 42.

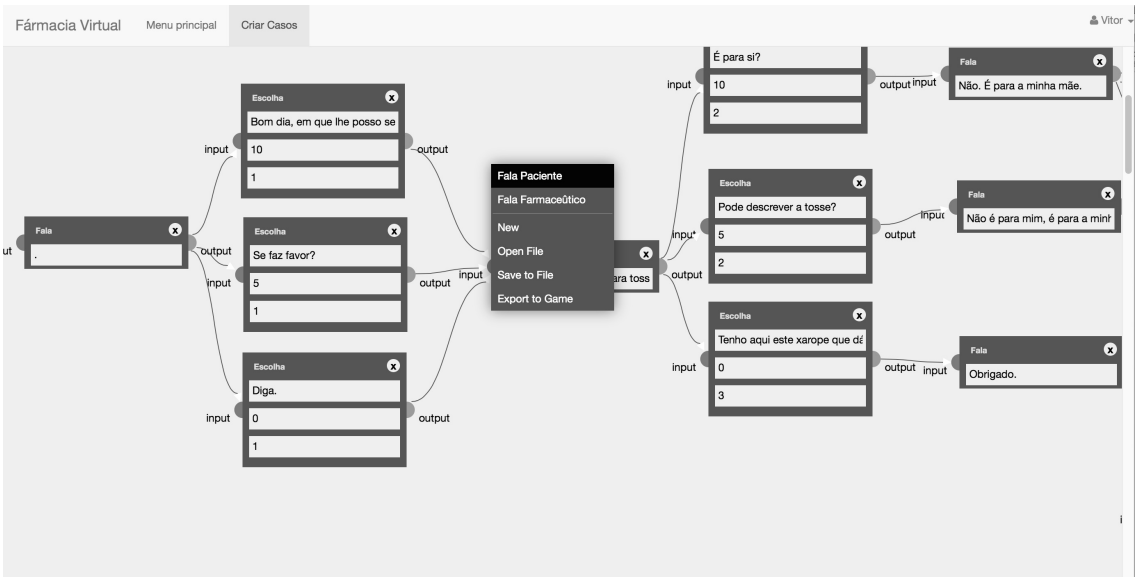


Figura 42 Criar o dialogo.

É muito **importante** que o **primeiro** nó a ser criado seja do tipo "Fala Paciente". Se o personagem não for o primeiro a falar este nó deverá apenas ter um ponto final, como na Figura 42.

Uma vez criado o diálogo é possível guardá-lo para mais tarde alterar, ou então exportá-lo para ser utilizado na aplicação.

Para guardar o diálogo deverá carregar com o botão direito do rato e escolher a opção "Save to File" em que aparecerá uma janela para escolher o local onde pretende guardar o diálogo, de notar que este ficheiro contém a extensão json. Caso o dialogo já se encontre finalizado e pronto para ser integrado na aplicação deverá escolher a opção "Export to Game" que irá novamente aparecer janela para escolher o local onde guardar o ficheiro, de notar que desta vez o ficheiro contém uma extensão txt.

2º Upload para a base dados

Posto isto, tendo o ficheiro com a extensão txt (resultado da opção "Export to Game"), deverá aceder novamente ao site e escolher na barra lateral a opção "Recursos" e de seguida "Casos (Inserir e Consultar)", Figura 43.

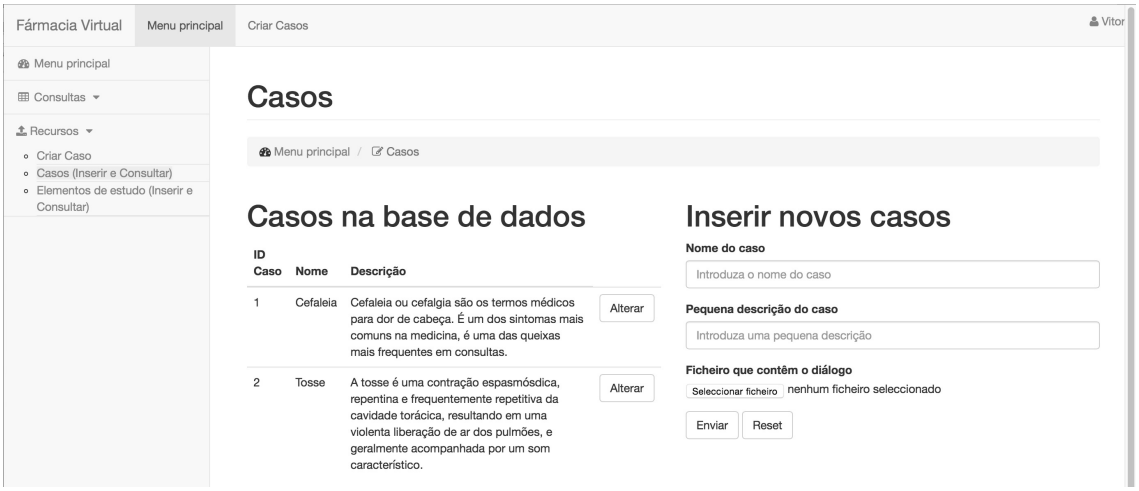


Figura 43 Inserir um novo caso na base de dados.

Aqui deverá introduzir o nome do caso, uma descrição acerca do caso e selecionar o ficheiro com a extensão txt e não o ficheiro com a extensão json, e selecionar "Enviar".

Se o caso for inserido na base de dados com sucesso irá aparecer na tabele ao lado onde se pode verificar que já foram inseridos dois casos a Cefaleia e a Tosse.

3º Geração do áudio

Após a inserção do caso na base de dados deve ser gerado o áudio para os personagens poderem falar, para isso deve-se executar a aplicação "AudioGenerator", Figura 44.

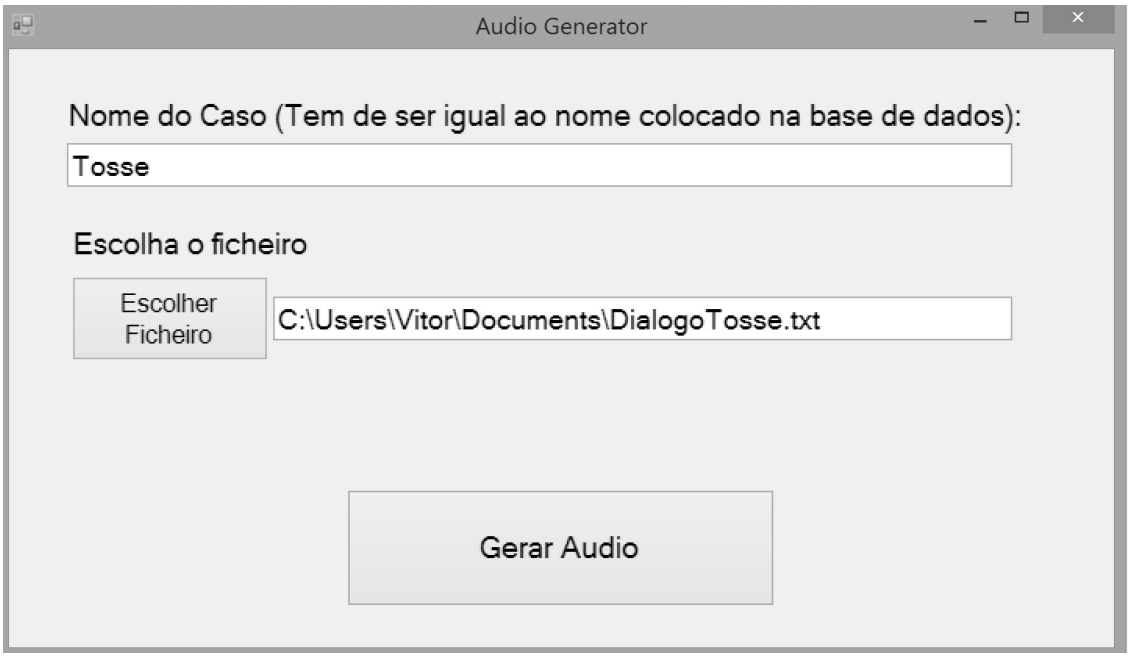


Figura 44 Audio Generator.

O campo para colocar o nome tem de ser igual ao utilizado no passo 2. Neste caso o nome poderia ser "Cefaleia" ou "Tosse", e o ficheiro para escolher deverá ser o ficheiro com a extensão txt também utilizado no passo 2. Para gerar o áudio deverá selecionar "Gerar Audio".

Ao carregar em "Gerar Audio" irá aparecer uma mensagem "A processar audio", neste momento deverá deixar a aplicação correr até que apareça a mensagem "Concluido! Verifique a pasta AudioFiles nos Meus Documentos", Figura 45.

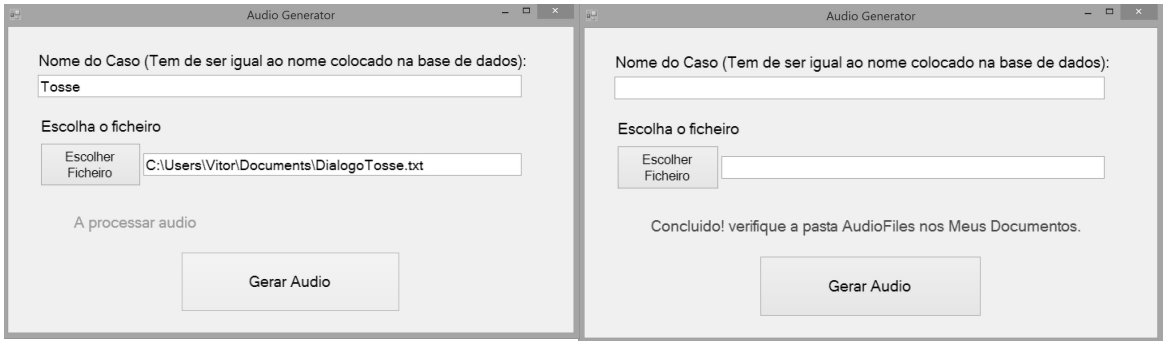

Audio Generator
Nome do Caso (Tem de ser igual ao nome colocado na base de dados):
Tosse
Escolha o ficheiro
Escolher Ficheiro
C:\Users\Vitor\Documents\DialogoTosse.txt
A processar audio
Gerar Audio
Audio Generator
Nome do Caso (Tem de ser igual ao nome colocado na base de dados):
Escolha o ficheiro
Escolher Ficheiro
Concluido! verifique a pasta AudioFiles nos Meus Documentos.
Gerar Audio

Figura 45 Gerar o áudio.

A assim que a geração do áudio estiver concluída deverá ir aos "Meus Documentos", e verificar que lá se encontra uma pasta com o nome "AudioFiles" e dentro desta está uma pasta com o nome do caso, que neste caso é "Tosse" e dentro destas estão 4 pastas com todo o áudio das falas para o caso da Tosse para cada um dos personagens.

4º Disponibilização das falas para os alunos

Assim que a geração do áudio esteja concluída, a pasta criada com o nome do caso deve ser comprimida e distribuída para os alunos, por exemplo através da dropbox ou outro serviço do mesmo tipo.

Os alunos deverão então descarregar este ficheiro e extraí-lo para a pasta "AudioFiles" que se encontra dentro da pasta da aplicação (onde se encontra o executável para inicializar a aplicação.

Apêndice D

Manual de técnico

Aqui são descritos detalhes da implementação e de como alterar a aplicação Virtual Pharmacy.

Durante a leitura do manual técnico deve ter em mente a arquitetura da Virtual Pharmacy (Figura 46).

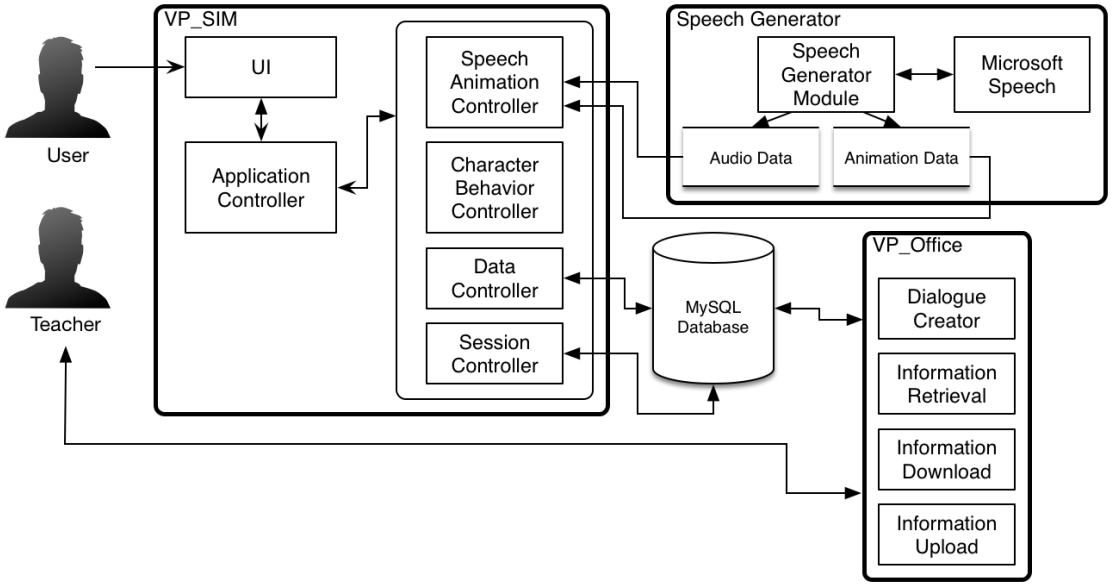


Figura 46 Arquitetura da Virtual Pharmacy.

D.1 Criação de novas personagens

Para a inserção de novas personagens na aplicação existe um *workflow* que é necessário seguir de forma a que todas as componentes funcionem corretamente.

Software necessário:

- Blender (http://www.blender.org)
- DazStudio (https://www.daz3d.com/home) com o pacote de Genesis 2 instalado. Normalmente é dada a opção ao utilizador durante a instalação do DazStudio para fazer o download do Genesis 2.
- Autodesk Maya (http://www.autodesk.com/education/free-software/all), gratuito para a educação.

1) Geração do personagem

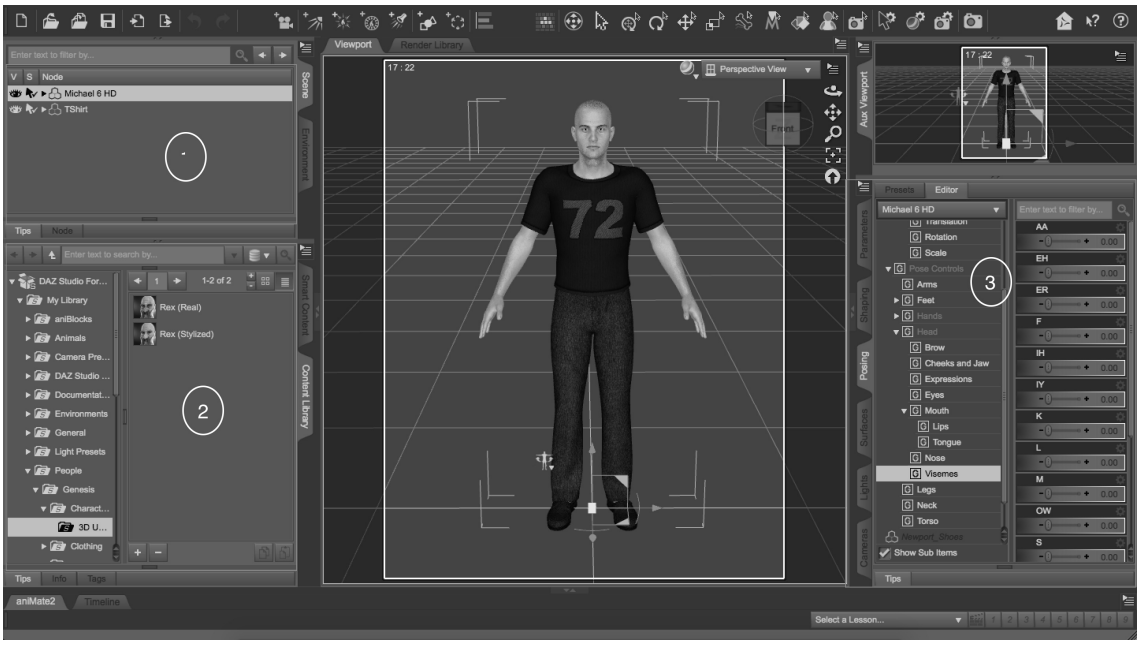


Figura 47 Criar o personagem.

Primeiro deve se criar o personagem com as características que pretende no DazStudio, Figura 47.

Legenda:

1. Área relativa aos objetos que estão na cena;
2. Objetos que estão na biblioteca. Aqui é que podem ser escolhidos os personagens pré-definidos para depois serem alterados. Aqui é importante escolher um personagem do tipo Genesis 2, pois este já contém os visemas pretendidos e expressões.
3. Área relativa às características dos personagens. É aqui que os atributos podem ser alterados.

Após concluída a criação do personagem pretendido, pode se avançar para o próximo passo, que é a criação da *blend shapes*.

2) Criação das Blend Shapes, Shape Keys ou Morph Targets

Para a criação das Shape Keys (nome utilizado pelo Blender), é necessário novamente o DazStudio.

Então para criar as Shape Keys vamos primeiro começar pela criação dos visemas (ter em conta a Figura 47):

1. Com o personagem selecionado, na área assinalada com o número 3, navegar até ao menu visemas, e no lado direito irá aparecer vários sliders com o nome dos vário visemas.
2. Antes de fazer qualquer alteração a estes sliders deve se exportar o personagem, que contem uma expressão neutra. Para isso deverá ir a "*File->Export*" e selecionar a forma FBX e dar por exemplo o nome de neutro.
3. De seguida para criar o visema AA, deslizar o slider até ao valor de 1. É possível depois verificar que os lábios do personagem se alteraram.
4. De seguida exportar novamente o ficheiro para o formato FBX, mas desta vez com o nome AA, deforma a identificar facilmente ao que é que o objeto se refere.
5. Repetir este processo para os restantes ficheiros.

Além do visema devem ser criadas pelo mesmo processo as expressões de contente, e descontente que se encontram no separador de "*Expressions*", e deve ser também criado um personagem com a expressão neutra com os olhos fechados que se encontra no separador "*Eyes*".

Posto isto deverá ter uma pasta com todos estes ficheiros fbx, com os nomes que os identifiquem, Figura 48.

Figura 48 Ficheiros FBX.

3) Junção das Shape Keys

Nesta secção pressupõe-se que o utilizador tenha conhecimentos básicos sobre o Blender.

Figura 49 Incompatibilidade do esqueleto no Blender.

Para a junção das Shape Key é necessário a utilização do Blender:

1. No Blender deverá então começar por importar o ficheiro FBX que corresponde à personagem com a expressão neutra, para isso deverá ir a "*File->Import->FBX*" e selecionar o FBX com a expressão neutra. Se ocorrer o problema que está na Figura 49, isto deve-se ao facto de que o Blender é incompatível com o formato do esqueleto do DazStudio. Para resolver este problema basta premir a tecla "A" para selecionar tudo e de seguida pressionar "Alt+P" e selecionar "*Clear Parent*" e o problema fica resolvido. Deve se rodar o personagem sobre o eixo do x 90º de forma a ele ficar direito.

2. De seguida deve-se eliminar a roupa e acessórios do personagem. Devendo apenas ficar a malha correspondente ao corpo do personagem. Normalmente o nome da malha do personagem é "*Genesis2Male.Shape*" ou "*Genesis2Female.Shape*" dependendo se é masculino ou feminino.

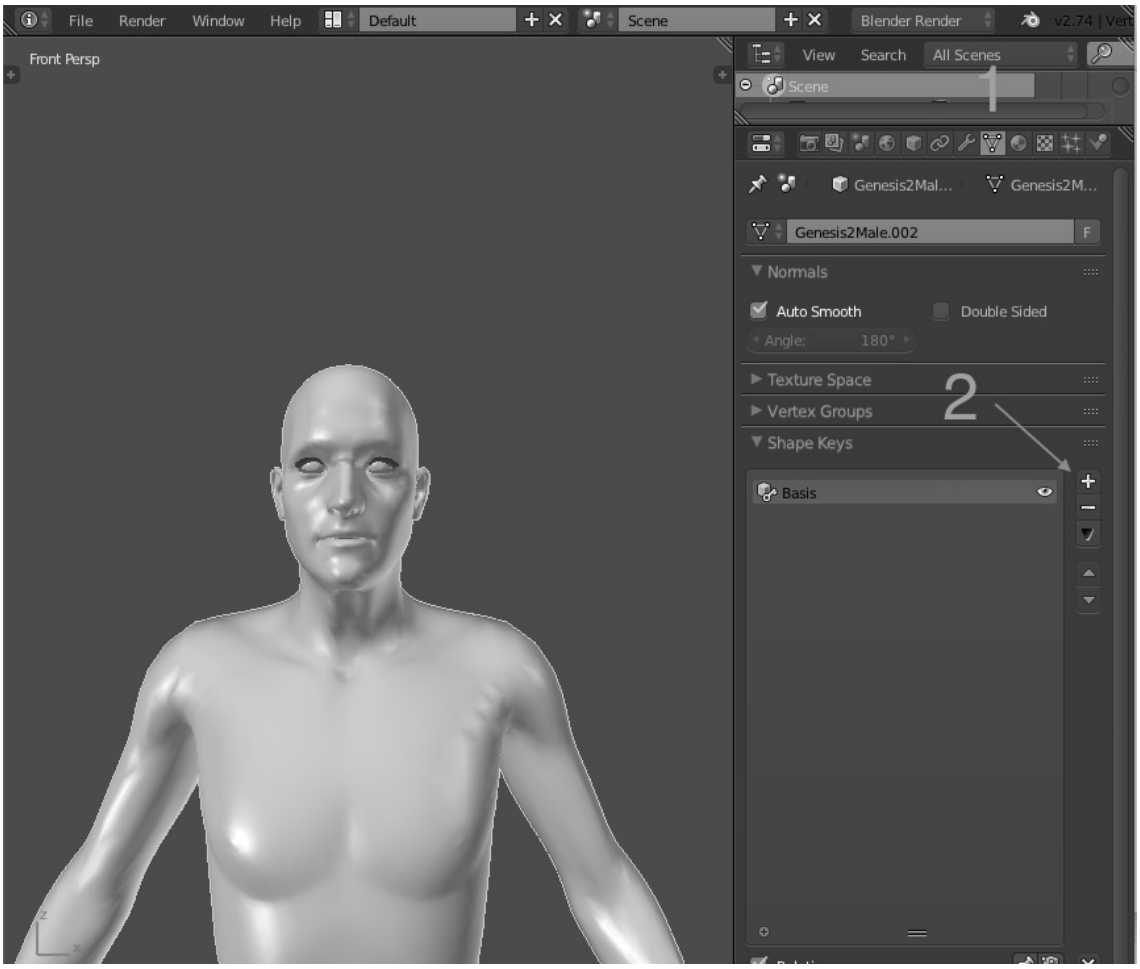


Figura 50 Criar a shape key base.

3. Selecionar a malha do personagem e ir ao separador lateral identificado com 1 na Figura 50. Inicialmente na área das *shape keys* não se encontra nada, devendo-se carregar no "+" assinalado com o 2, que irá criar uma *shape key* "*Basis*" que corresponde à forma base, que neste caso é a expressão neutra.
4. Após ter a *shape key* referente à expressão base, é tempo de começar a munir o personagem com outras expressões, uma de cada vez. Aqui é **muito importante começar por importar os visemas e pela seguinte**

ordem: AA, EH, ER, F IH, IY, K, L, M, OW, S, SH, T, TH, UW e W sendo que no fim devem ser importadas as restantes não interessando a ordem.

5. Para adicionar uma nova *shape key* ao personagem deve se então começar por importar o fbx referente ao visema AA. Da mesma forma que se fez anteriormente.
6. Com este novo personagem, deve-se novamente eliminar todos os acessórios. Apenas se deveram ficar os objetos com os nomes "*Genesis2Male.Shape*" e "*Genesis2Male.Shape.001*" referentes à malha de cada personagem.

Figura 51 Criar uma nova Shape Key.

7. Para juntar as malhas deverá primeiro selecionar a malha que corresponde ao visema AA e de seguida a malha com a expressão neutra e que já tem a *shape key* "Basis". Ao fazer a seleção por esta ordem a malha com a forma base irá ficando com as expressões. Com as malhas selecionada, no separador das *shape keys* em vez de cliclar no "+", como anteriormente,

deverá carregar num tipo de seta para baixo, que se encontra mesmo por debaixo do "-" e de seguida selecionar "*Join as Shapes*". Isto irá criar uma nova deformação que deverá ser renomeada para "AA" para ser fácil de identificar. Esta de formação pode ser controlada pelo *slider* abaixo onde está "Value", Figura 51.

8. Após ter criado esta nova *shape key*, pode-se apagar a malha correspondente à deformação que neste caso era a "AA", e importar um novo objeto com outra deformação. Repetir todo isto para as restantes expressões. No final deverá ter algo do género da Figura 52.

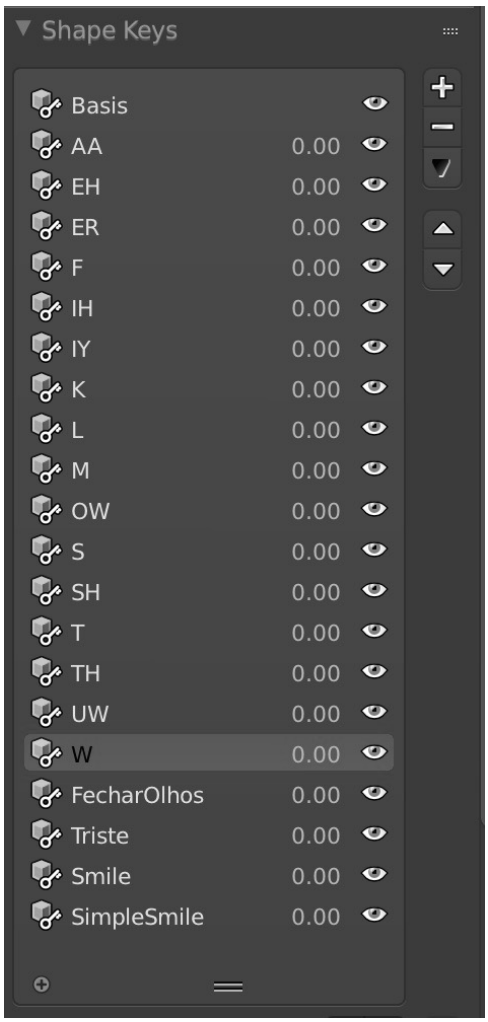


Figura 52 Shape Keys Blender.

9. Após concluir este processo devera exportar o personagem para o formato fbx. Para isso selecionar "*File->Export->FBX*". Poderá dar o nome de "expressões" a este ficheiro.

4). Incorporar o esqueleto no personagem

Uma vez que o Blender não é compatível com o formato do esqueleto do DazStudio, foi necessário recorrer ao Autodesk Maya.

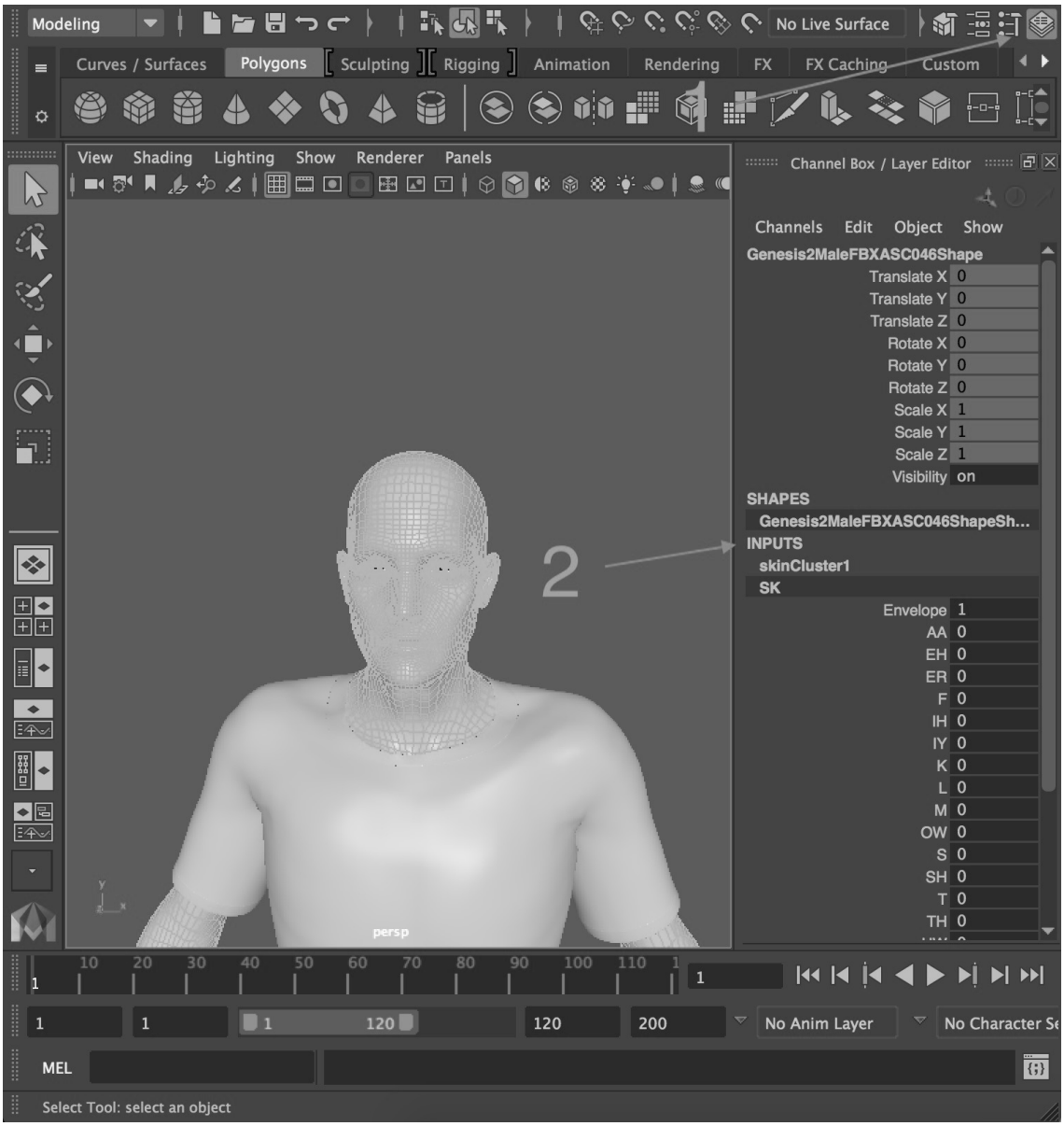


Figura 53 Shape Keys no Maya.

1. No Maya importar o ficheiro fbx com a expressão neutra. Para isso basta ir a "*File->Import*" e selecionar o ficheiro com a expressão neutra.
2. Não é necessário remover nenhum acessório.
3. De seguida, importar o ficheiro fbx que contem todas as expressões.
4. Selecionar a malha correspondente ao corpo do personagem, e no separador do "*channel box*", assinalado por (1) na Figura 53, percorrer o separador dos inputs (2) até encontrar as Shape Keys criada no blender como na Figura 53. O nome do input pode ser mudado, neste caso foi alterado para "SK" de Shape Keys.
5. Antes de exportar, deve-se verificar o valor do "*Envelope*" logo acima das Shape Keys, Figura 53. Este deve estar a 1.
6. Exporta o objeto para o formato fbx. Para isso ir a "*File->Export All*" e escolher o formato FBX;

O resultado da exportação através do Maya é o personagem finalizado.

Antes de importar personagem para o Unity3D deve-se localizar a pasta com as texturas. Esta pasta é criada quando se exportou o personagem do DazStudio. Geralmente esta pasta tem o nome igual ao do ficheiro FBX.

4) Importação para o Unity3D

O personagem final e a pasta com as texturas, estes têm de ser importados para o

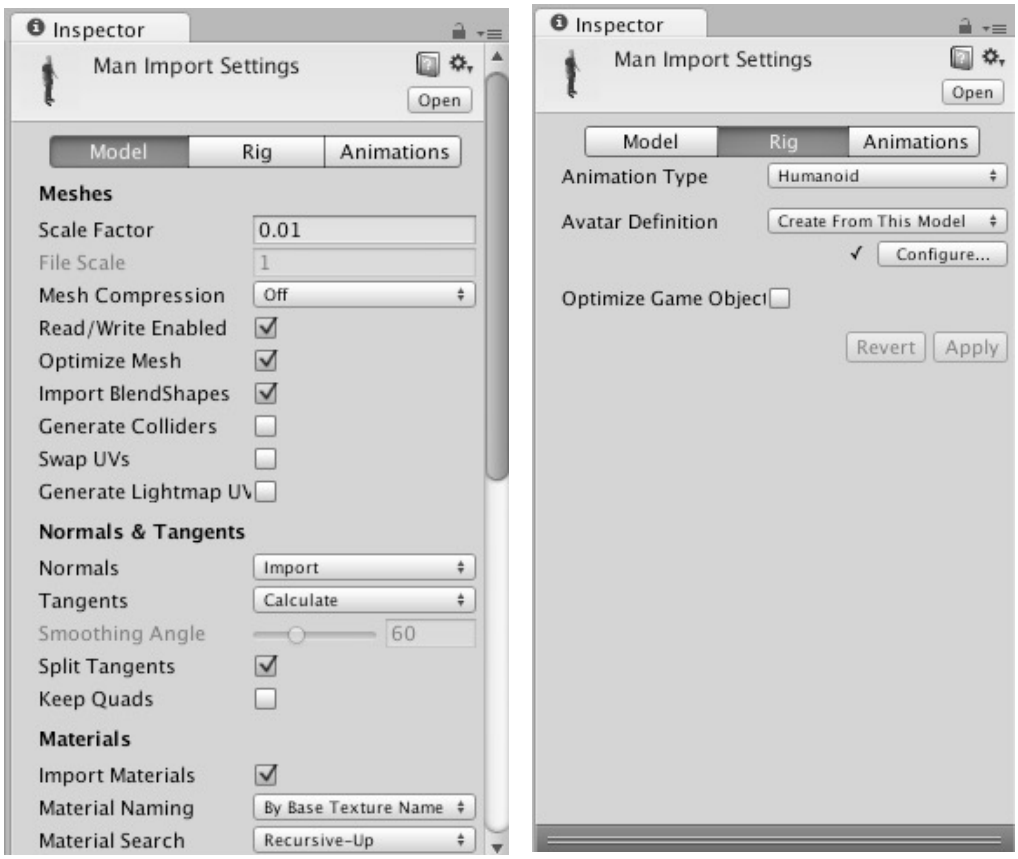


Figura 54 Configurações de importação no Unity.

Unity3D. Para isso basta arrastar para a área de "*Assets*", ou alternativamente ir a "*Assets->Import New Asset*".

1. Após o objeto se encontrar na área de "*Assets*" este deve ser selacionado, e verificar se as seguintes opções estão ligadas ou configuradas: a opção de "*Import SlendShapes*" e na parte de "*Rig*" colocar o "*Animation Type*" com *Humanoid,* Figura 54.
2. De seguida arrastar o personagem para a cena e verificar se o objeto "*Genesis2Male.Shape*" que pode ser encontrado em "*nomeDadoAoPersonagem/Genesis2Male*" se tem um separador com o nome de "*Skinned Mesh Renderer*" com todas as Shape Keys, como na Figura 55. Caso não veja o separador, é porque alguma coisa não correu como esperado, ou então saltou algum passo.

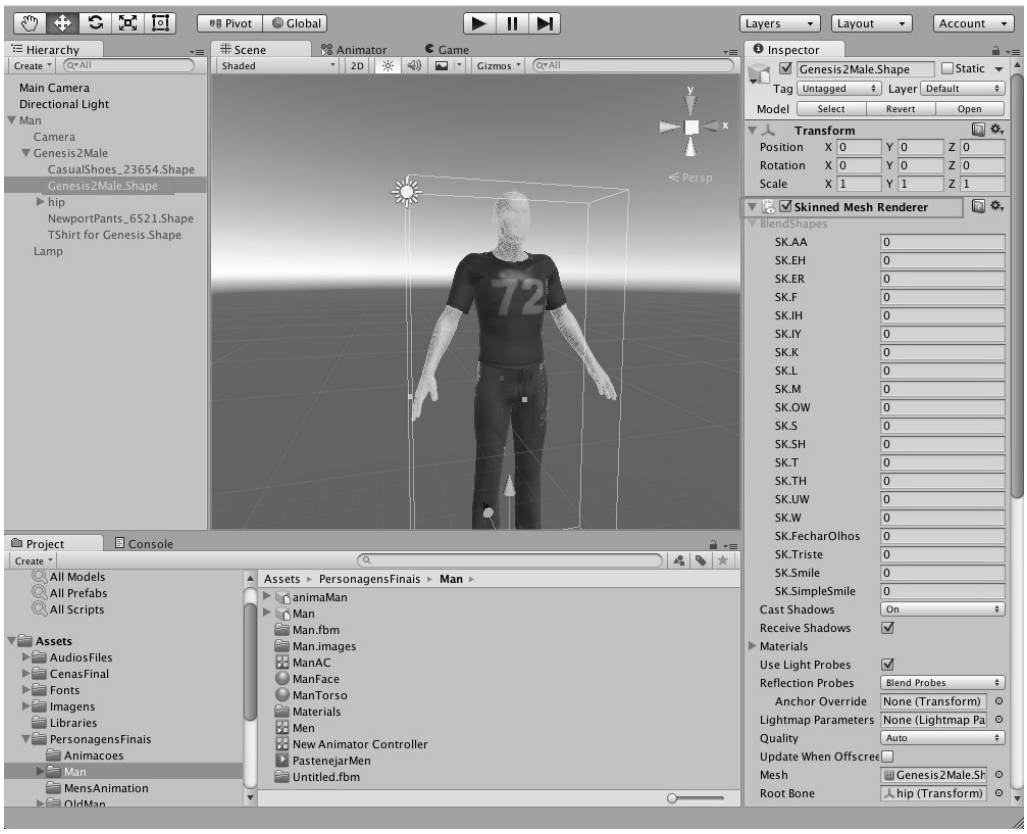


Figura 55 Shape keys Unity.

3. Na Figura 55, é possível verificar que todas as Shape Keys criadas no Blender estão aqui e por **ordem** (muito importante), e também contêm o prefixo SK, pois este foi o nome que foi dado ao input no Maya.

D.2 Personagem falante com a respetiva animação

Figura 56 Adicionar um novo personagem.

1) Componentes importantes para colocar o personagem a falar com a animação

- Audio Source – Para o personagem poder reproduzir som
- Animation – Para poder fazer as animações das expressões faceais;
- Animator – Para poder controlar os movimentos do corpo;
- Script CharacterBehavior – Controlador os movimentos do personagem;
- Script SpeakController – Controlador para a fala;
- Script Speak – Para o personagem falar com a animação;
- Script Receive – Para fazer a comunicação entre o Speak, AppController e CharacterBehavior;

- AppController – Controla toda a simulação, assim como a interface das perguntas;

2) Configurar o personagem

1. Abrir a cena “Simulação”;
2. Arrastar o personagem da área “Assets” para os personagens (1), Figura 56, foi-lhe dado o nome de “Guiao”;
3. Adicionar as seguintes componentes, (2), Figura 56:
    a. Componente de “Audio Source”;
    b. Componente “Animator” e adicionar o controlador “AnimControllerMen” ou “AnimControllerWoman” conforme o género;
    c. Componente “Animation” adicionar as animações “sorrir”, “sorrirParaNeutro”, “triste” e “tristeParaNormal”;
    d. Script “Receive”;
    e. Script “Speak”: No argumento “Cabeça” arrastar a malha do corpo do personagem (que contém as Shape Keys) (3), Figura 56; O argumento “Blend” deve-se colocar 16, pois é o número de Shapes Keys referentes aos visemas, ou seja são as primeiras 16 Shape Keys que estão no personagem, daí a importância de elas terem que estar pela ordem dita anteriormente;
    f. Script “SpeakController”;
    g. Script “CharacterBehaviour”;
    h. Colocar o personagem desativado, desmarcado a primeira caixa na área (2)
4. Abrir o script “AppController”, que se encontra no o objeto “Canvas/EscolhasFarmaceutico/Panel”, e no método “void ativarPersonagem(int cod)” colocar mais um caso:

personagens.tranform.Find*(“Nome do personagem”)* – irá procurar o nome do personagem no objeto “Personagens”;

```
case 5:
  characterActivated=personagens.transform.Find("Guiao").gameObject;
  characterActivated.SetActive(true);
break;
```

characterActivated.SetActive(true) – irá colocar o personagem ativo, se este for escolhido;

case 5 – Este 5 é o código do novo personagem, como já existem 4;

5. Abrir a cena "SelecãoPersonagem";
6. Abrir o Script "SelectCharacter" que se encontra na "Main Camera";
7. Cria um novo botão para poder escolher o novo personagem

Antes do método "void Start()" acrescentar:

De seguida adicionar um evento neste botão para detetar quando for clicado pelo utilizador, para isso dentro do método "void Start()" acrescentar;

```
btnNovoPersonagem.onClick.AddListener(() => loadScenerio(5));
```

loadScenerio(código do personagem);

8. Acrescentar um botão (botão direito do rato na área 1, Figura 57) na interface e adicioná-lo ao script (arrastar o botão para o script, 2, Figura 57);

Para simplificar apenas foi criado um botão com o nome “BotaoPersonagemNovo”, e não toda a parte com a imagem.

Figura 57 Adicionar um novo botão.

D.3 Criação do áudio das falas do novo personagem

Com o processo anterior, ficou com um novo personagem pronto para falar e já com as animações.

Neste momento falta então gerar as falas para este personagem.

Na aplicação AudioGenerator, no ficheiro “Program” alterar o loop “for” para ir até 5;

De seguida no ficheiro “MySpeech” acrescentar o que está numa cor mais clara, nesta zona:

```
if (vozMasculinaDisponivel && vozFemininaDisponivel)
{
   if (codPersonagem == 1 || codPersonagem == 2) //Caso Feminino
   {
           speaker.SelectVoice("Microsoft Server Speech Text to Speech Voice (pt-PT,
   Helia)");
   valoresSliders = 80F;
   }
else if (codPersonagem == 3 || codPersonagem == 4 || codPersonagem == 5) //Caso Masculino
   {
   speaker.SelectVoice("Microsoft Server Speech Text to Speech Voice (pt-PT, Nuno PTTS)");
   valoresSliders = 60F;
   }
}
else
{
   if (codPersonagem == 1 || codPersonagem == 2) //Caso Feminino
   {
           valoresSliders = 80F;
   }
   else if (codPersonagem == 3 || codPersonagem == 4 || codPersonagem == 5) //Caso
Masculino
   {
           valoresSliders = 60F;
   }
}
```

```
      Velocidade da voz

      if (codPersonagem == 1 || codPersonagem == 4) //Caso personagem mais velha

      {

         speaker.Rate=-6;

      }

      else (codPersonagem == 2 || codPersonagem == 3 || codPersonagem == 5) // Caso personagem
jovem

      {

         speaker.Rate=0;

      }
```

Depois de realizadas as alterações ao AudioGenerator, deve-se gerar a vozes a a partir do dialogo. Após a finalização da geração, é criada uma pasta "AudioFiles" e lá dentro que uma pasta com o nome do caso. Esta pasta deve ser copiada para a pasta "AudioFiles" que se encontra junto à aplicação. Dentro desta pasta pode-se verificar que ela tem lá dentro quatro pasta numeradas 1 a 5 (código dos personagens), e dentro de cada uma está o áudio e os ficheiros xml para as animações.

Após copiar a pasta, o personagem no Unity3D já vai falar com os respetivos movimentos.

D.4 Adição de novas animações corporais

Antes de adicionar as novas animações é necessário antes ter já as animações preparadas (tanto por captura de movimentos ou no blender). Por exemplo, podem ser descarregadas pacotes de animações na loja do Unity3D(https://www.assetstore.unity3d.com/en/#!/content/5330). Este pacote já tem algumas animações que foram obtidas por captura de movimentos e podem ser utilizadas com qualquer um personagem com um esqueleto do tipo "Humanoid", daí selecção do tipo humanoid aquando da importação do personagem.

Então para a adicionar uma nova animação corporal ao personagem:

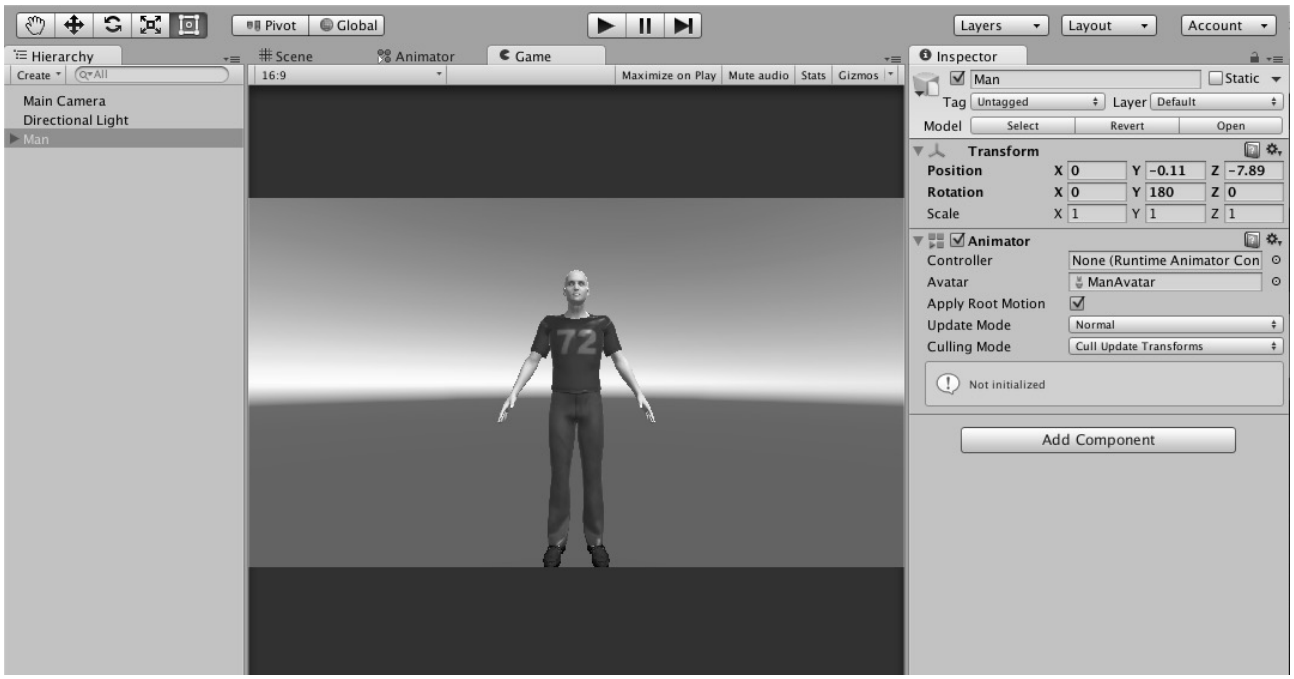


Figura 58 Personagem na cena.

1. Colocar o personagem na cena, Figura 58;
2. Adicionar, se não tiver, a componente Animator;

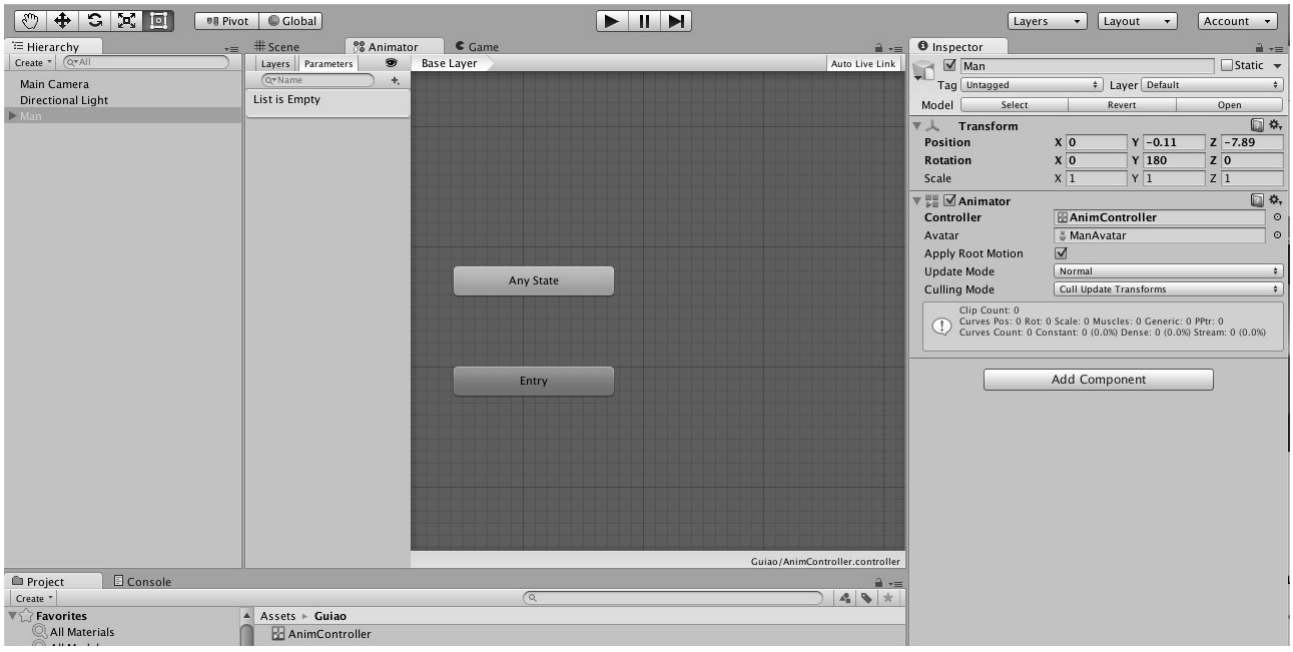


Figura 59 Animator.

3. De seguida criar um novo controlador. Para isso, clicar com o botão direito do rato na área de “Assets”, e escolher “Create->Animator Controller”, ou alternativamente na barra superior ir a “Assets->Create->Animator Controller” e dar-lhe por exemplo o nome de “AnimController”;
4. Adicionar o “AnimController” à componente Animator do personagem;
5. Duplo clique no AnimController e de seguida é aberta uma nova janela no separador “Animator”. Neste separador é onde vão ser adicionadas as animações e funcionar como uma máquina de estados. É possível verificar que por default já existem dois estados o “Entry” (estado inicial) e o “Any State”

1. Para adicionar uma nova animação ao personagem, deve ser arrastar a animação (do pacote indicado anteriormente) pretendida para este grafo (Figura 59) o que irá criar um novo estado. Por exemplo, aqui foi escolhida uma animação, para quando o personagem está parado. Assim que a animação é colocada no grafo irá criar um novo estado com uma ligação para o “Entry”, isto quer dizer que, assim que começar o jogo o personagem irá reproduzir imediatamente a animação de estar parado. de seguida foi adicionada a animação de andar para a frente, que foi ligada do “Parado” para “AndarFrente”. Para controlar a animação podem ser criados triggers, bools, ints ou floats. Neste caso vai ser criado um triggers, para assim que o utilizador carregar numa tecla, faça disparar o trigger de forma a que o personagem ande.
2. Para criar o trigger, no separador direito do Animator onde diz “Parameters” clicar no “+” e de seguida escolher “Trigger” e dar por exemplo o nome de “triggerAndar”.
3. De seguida adicionar o trigger à ligação do “Parado” para “AndarFrente”, clicando em cima da ligação na parte das “Conditions” adicionar o trigger. A opção “Has Exit Time” deve ser desmarcada, para animação poder começar logo que o trigger é disparado;

4. De seguida deve ser criada uma nova ligação, mas desta vez do "AndarFrente" para o "Parado", para que assim que o personagem acabe de andar volte para a animação de estar parado.
5. Criar um script C# e adicioná-lo ao personagem.
6. Este script vai servir para controlar o valor do trigger de forma a que o personagem ande para a frente. O objetivo do script é, sempre que o utilizador carregar na tecla "Espaço", o valor do trigger é alterado de forma a que o personagem reproduza a animação de andar.

```
1 using UnityEngine;
2 using System.Collections;
3
4 public class AnimControllerGuiao : MonoBehaviour {
5
6     private Animator animController; //Animator
7
8     void Start () {
9         animController = gameObject.GetComponent<Animator> (); //Aceder ao Animator do objeto
10
11    }
12
13    void Update () {
14        if (Input.GetKeyDown ("space")) { //Detetar quando se prime a tecla "Espaço"
15            animController.SetTrigger ("triggerAndar"); // Disparar o trigger
16        }
17    }
18 }
```

Bibliografia

[1] Pallavi Halarnkar, Sahil Shah, Harsh Shah, Hardik Shah, and Anuj Shah, "A Review on Virtual Reality," *IJCSI International Journal of Computer Science Issues*, vol. 9, no. 6, November 2012.

[2] Ning-Ning Zhou and Yu-Long Deng, "Virtual Reality: A State-of-the-Art Survey," *International Journal of Automation and Computing*, pp. 319-325, November 2009.

[3] Tomasz Mazuryk and Michael Gervautz, "Virtual Reality - History, Applications, Technology and Future," Institute of Computer Graphics Vienna University of Technology, Austria,.

[4] Grigore C., Coiffet, Philippe. Burdea, *Virtual Reality Technology*.: Wiley-Interscience, 2003, vol. 2nd ed.

[5] Uno G.H. Fors Rolf A. Bergin, "Interactive simulated patient—an advanced tool for student- activated learning in medicine and healthcare," Department of Learning, Informatics, Management and Ethics, Karolinska Institutet, Stockholm, Sweden,.

[6] World Health Organization, "WHO, World Health Organization. The role of the pharmacist in the healthcare system: preparing the future pharmacist, curricular development," August 1997.

[7] O. Jabbur-Lopes, Alessandra R. Mesquita, and Leila M. A. Silva, "Virtual Patients in Pharmacy Education," *American Journal of Pharmaceutical Education*, 2012.

[8] Safeera Yasmeen Hussainy, Kim Styles, and Greg Duncan, "A Virtual Practice Environment to Develop Communication Skills in Pharmacy Students," *American Journal of Pharmaceutical Education*, December 2012.

Christopher Churchouse and Chris McCafferty, "Standardized Patients Versus
9] Simulated Patients: Is There a Difference?," *Clinical Simulation in Nursing*, 2012.

Billow J, "The status of undergraduate instruction in communication skills in
10] US colleges of pharmacy," *Am J Pharm Educ.*, 1990.

G. Huang, R. Reynolds, and C. Candler, "Virtual Patient Simulator at U.S. and
11] Canadian Medical Schools".

P. N. Kizakevich, C. I. Guinn, K. D. Merino, and S. L. West R. C. Hubal,
12] "The Virtual Standardized Patient".

A. M. Cavaco and F. Madeira, "European pharmacy students' experience with
13] virtual patient technology.," *Am. J. Pharm. Educ.*, vol. 76, no. 6, p. 106, August 2012.

K. K. Orr, "Integrating virtual patients into a self-care course," *Am. J. Pharm.
14] Educ.*, vol. 71, no. 2, 2007.

Marriot JL, "Use and evaluation of "virtual" patients for assessment of clinical
15] pharmacy undergraduates," *Pharm Educ*, 2007.

Johnson G, Boberg J, Fors UG Zary N, "Development, implementation and
16] pilot evaluation of a Web-based virtual patient case simulation environment – Web-SP," *BMC Med Educ.*.

A. Raij, A. Stevens, D. S. Lind, B. Lok, D. Ph K. Johnsen, "The Validity of a
17] Virtual Human Experience for Interpersonal Skills Education".

F. Reichert, H.-M. Bosse, B. a de Leng, C. P. M. van der Vleuten, M. Haag, G.
18] F. Hoffmann, and B. Tönshoff S. Huwendiek, "Design principles for virtual patients: a focus group study among students.," *Med. Educ.*, vol. 43, no. 6, June 2009.

Richard E. Parent Scott A. King, "Creating Speech-Synchronized Animation,"
19] *IEEE TRANSACTIONS ON VISUALIZATION AND COMPUTER GRAPHICS*, vol. 11, no. 3, May 2005.

Alan Cruttenden, "Gimson's Pronunciation of English," vol. 7, May 2008.
20]

H McGurk and L. MacDonald, "Hearing lips and seeing voices," *Nature*, pp. 21] 746-748, December 1976.

Yuyu Xu, Andrew W. Feng, Stacy Marsella, and Ari Shapiro, "A Practical and 22] Configurable Lip Sync Method for Games," USC Institute for Creative Technologies,.

M., WANG, K., ZHANG, L YANG, "Realistic Real-time Facial Expressions 23] Animation via 3D Morphing Target," *Journal of Software*, February 2013.